DER TASTAPPARAT DER HAND DER MENSCHLICHEN RASSEN UND DER AFFEN IN SEINER ENTWICKELUNG UND GLIEDERUNG.

VON

DR. ARTHUR KOLLMANN
IN LEIPZIG.

MIT ACHTUNDVIERZIG FIGUREN AUF ZWEI LITHOGRAPHIERTEN DOPPELTAFELN.

HAMBURG UND LEIPZIG,
VERLAG VON LEOPOLD VOSS.
1883.

DER

TASTAPPARAT DER HAND

DER

MENSCHLICHEN RASSEN UND DER AFFEN

IN

SEINER ENTWICKELUNG UND GLIEDERUNG.

VON

DR. ARTHUR KOLLMANN

IN LEIPZIG.



MIT ACHTUNDVIERZIG FIGUREN AUF ZWEI LITHOGRAPHIERTEN DOPPELTAFELN.

HAMBURG UND LEIPZIG,

VERLAG VON LEOPOLD VOSS.

1883.

MEINEN ELTERN.

Vorwort.

Die auf den folgenden Blättern niedergelegten Beobachtungsergebnisse bilden den ersten in sich abgeschlossenen Teil einer ausgedehnteren Untersuchungsreihe, deren Inangriffnahme mich während des verflossenen Semesters lebhaft in Anspruch genommen hatte. Zum ersten Mal auf das Gebiet anatomischer Forschung getreten, allmählich in zunehmendem Grade von dem Reiz des Studiums an meinem Objekt gefangen genommen, biete ich dem geneigten Leser die ersten Früchte meiner Thätigkeit auf einem wohlbegrenzten, an Schwierigkeiten und Schönheiten gleich reichen Bezirk des Körpers dar. Mögen dieselben einer wohlwollenden Beurteilung begegnen!

Noch einer Pflicht muss ich an dieser Stelle gedenken. Ich führte die vorliegende Arbeit aus unter der Leitung von Herrn Professor Rauber in Leipzig, dem ich mich gedrungen fühle den herzlichsten Dank hierfür auszusprechen.

Leipzig, im März 1883.

Kollmann.

Einleitende Betrachtungen.

„Mira vallecularum tangentium in interna parte manus pedisque, praesertim in digitorum extremis phalangibus dispositio flexuraeque attentionem jam nostram in se trahit.“
Commentatio de examine physiologico ct. Purkinje.

Die menschliche Haut als Ganzes, das wichtigste und hauptsächlichste Organ unsers Gefühlssinnes, der Ausgangspunkt bedeutungsvoller Reflexmechanismen, die schützende und unvergleichlich sinnvoll gebaute Hülle der tiefer gelegenen, von ihr bedeckten Körperteile, ein weitausgedehnter Herd der Ausscheidung verschiedenartiger Stoffe, der Sitz zahlreicher Erkrankungen, ein Organ also, welches für das psychische sowohl wie für das leibliche Leben einen hervorragenden Wert besitzt, bildete seit den Zeiten von Marc. Malpighi und B. S. Albin schon oft und nach den verschiedensten Richtungen hin den Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Wie zahlreich allein sind die Untersuchungen über den epidermalen Teil der Haut, ihr Zellengefüge, die Teilung ihrer Zellen, ihre besonderen Bildungen, ihre intercellulären Saftbahnen, ihre Nervenendigungen!

Wie gering mögen uns gegenwärtig die Leistungen jener älteren Autoren vorkommen, mit welchen der Reigen der Arbeiten über die Epidermis anhebt, wenn wir sie vergleichen mit dem ausgedehnten anatomischen, physiologischen, pathologischen Wissen, das uns über denselben Stoff heute zu Gebote steht. Allein der schwierige Anfang musste eben einmal gemacht werden. Noch heute nennen wir mit Malpighi die obere mit Wärzchen besetzte Schicht der Lederhaut Corpus papillare. In der Deutung jener weichen, schleimigen Schicht der Epidermis, welche man bisher mit dem Namen Mucus oder Rete Malpighii, heute aber nach Flemming mit dem Namen Stratum germinativum bezeichnet, war Malpighi minder glücklich gewesen.[1] Denn er hatte dieses Stratum für eine eigene, von der Epidermis wesentlich verschiedene Hautschicht erklärt und ihr die Hornschicht als Cuticula gegenübergestellt. Ihm war Albin entgegengetreten[2], indem er in zutreffender Weise sich dahin aussprach, dass die Schleimschicht nichts andres sei, als die innere weichere Schicht der Epidermis selbst.

[1] Marc. Malpighi, *De externo tactus organo.* Neap. 1665.

[2] B. S. Albin, *De cuticula — de reticulo.* In dessen Annot. acad. Lib. I u. VII.

So sehr nun die Fortschritte auch anzuerkennen sind, welche seitdem die Forschung auf diesem Gebiete zu verzeichnen hat, so hoffe ich doch zeigen zu können, dass unsre Kenntnisse nach mehreren Richtungen hin dennoch sehr lückenhaft und unzulänglich geblieben sind und zwar merkwürdiger Weise gerade in einem Bezirk, von welchem man es auf den ersten Blick am allerwenigsten erwarten möchte, in dem wichtigsten Bezirk des hervorragendsten Tastorgans, der Hand, sowie der entsprechenden Tastfläche der unteren Extremität. In den folgenden Auseinandersetzungen wird letztere nur hie und da uns beschäftigen. Unser erstes Ziel liegt in der genaueren und genügenderen Kenntnis des Tastapparates der menschlichen Hand, auf den wir zunächst alle Aufmerksamkeit konzentrieren.

Wenn wir das Integument und seine verschiedenartigen Bildungen nicht ausschliesslich auf dem begrenzten Gebiet des menschlichen Körpers, sondern weiteren Ausblick nehmend, das Integument des gesamten Stammes der Wirbeltiere vor unserm Auge vorüberziehen lassen, so überrascht uns neben der ausserordentlichen Reichhaltigkeit der Erscheinung in Form, Farbe und feinerem Bau, auf Schritt und Tritt auch die strenge Regelmässigkeit, mit welcher verschiedene Hautgebilde über den einzelnen Tierkörper verteilt sind. Ich brauche in dieser Beziehung nur an die Topographie der Schuppen bei den Reptilien, an die Topographie der Hautzähne bei Haien, der Federn bei den Vögeln, der Haare bei den Säugetieren zu erinnern. Selbst die Anordnung der Hautdrüsen lässt, sei es dass wir sie für sich allein oder im Zusammenhang mit andern benachbarten Gebilden betrachten, eine gewisse Regelmässigkeit der Verteilung nicht verkennen. Am ehesten noch könnte man versucht sein, in der Verteilung der Haare über den Säugetierkörper ein etwas unbestimmtes Gepräge zu erblicken. Es scheint uns indessen selbst bei dem Anblick des dichtbehaartesten Tieres oder eines mit dem Wollhaare bedeckten menschlichen Fötus allzu ungenügend und unwissenschaftlich zu sein, die Meinung vertreten zu wollen, dass in solchen Fällen die Haare ebenso dicht stehen, als sie stehen können und als sie Platz zu finden vermochten. Schon die bereits gegebene Erinnerung an die Regelmässigkeit der Verteilung für die Hautgebilde der unteren Klassen warnt uns leise vor der Annahme einer bei den höheren vorhandenen Unregelmässigkeit. Auch die Rücksichtnahme auf jene auffallenden sogenannten Haarströme, wie dieselben vor langen Jahren bereits von Eschricht nachgewiesen worden sind, wird uns darin bestärken müssen, die Annahme einer Irregularität zurückzuweisen. In der That wird es uns also schwerer fallen, bei den höheren Wirbeltieren an ein Herausfallen aus dem bei den niederen in so überraschender Weise hervortretenden Prinzip zu denken, als zu vermuten, dass selbst die Verteilung der Haare einer inneren Gesetzmässigkeit gehorcht. Fassen wir zusammen, so haben wir alle Ursache zu der Annahme, dass die verschiedenartigen besonderen Hautbildungen einer mehr oder weniger in die Augen fallenden Gesetzmässigkeit der Verteilung über den Tierkörper unterliegen. Sie sind nicht in der Weise über die Haut verstreut, wie irgend

ein Zufall es mit sich bringen würde; sie sind nicht regellos verteilt, wie etwa die verwehten Blätter, welche der Herbststurm von den entleerten Bäumen auf den Boden ausstreut. Dem ahnenden Blick macht es sich vielmehr sofort fühlbar, dass dem Zustandekommen jener Anordnungen in der wahrgenommenen Regelmässigkeit geheime Gesetze zu Grunde liegen, Gesetze, welche in bestimmten Zellenstraten wirksam sein müssen, bevor und während die erste Anlage aller jener Hautgebilde erfolgt, Bildungsgesetze, welche den einzelnen Organen ihre bestimmte Bahn und Lagerung vorschreiben.

Gedanken dieser Art bildeten das erste leitende Motiv der vorliegenden Untersuchung. Was bisher an Kenntnissen über diesen Punkt vorgelegen hatte, war kaum der Rede wert. Wohin wir uns in der weitausgedehnten Litteratur auch wenden mögen, sie gibt uns hierüber keinerlei Aufschluss. So genau sie auch in der Schilderung vieler Einzelheiten unterrichten mag, so fehlt uns doch gerade das, was wir vor allem suchen, das erklärende Moment der einzelnen Gebilde und ihrer Verteilung.

Was ergibt sich für uns hieraus in Hinsicht der Beurteilung des Tastapparates der Hand? Die Hand ist ein bevorzugtes Organ des Tastsinnes und zugleich ausgezeichnet durch mannigfaltige Hautbildungen. Der Papillarkörper der Hand und der entsprechenden Tastfläche der unteren Extremität ist in einer Weise entwickelt, wie sie nirgends am Körper, mit teilweiser Ausnahme der Zunge, wiederkehrt. Die Oberfläche der Hand erscheint auf der eigentlichen Tastfläche gleichsam in Windungen zusammengelegt, die entfernt an die Windungen des Gehirns erinnern. Auch der Drüsenapparat der Hand ist ein komplizierter: Schweiss- und Talgdrüsen sind zur Anlage gekommen. Es kommt hinzu, dass ausser Haaren auch Nägel zur Ausbildung gelangten. So haben wir in kleinem Rahmen alles beisammen, dessen wir für unsre Aufgabe bedürfen. Wenn irgendwo, so haben wir hier in der Hand dasjenige Objekt vor uns, an welchem unser Vorhaben entweder ausgeführt werden oder scheitern muss.

Es darf als durchaus auffallend bezeichnet werden, dass insbesondere die so eigentümliche Anordnung des Papillarkörpers der Tastflächen von Hand und Fuss die Aufmerksamkeit der Beobachter nur in sehr geringem Grade auf sich gezogen hat. Seit Purkinjes und Engels bezüglichen Auseinandersetzungen ist man nicht wieder auf diesen Gegenstand zurückgekommen, so vielfach auch die Papillen und ihre Nervenendigungen in der Folge untersucht worden sind. Man erhält den Eindruck, als habe man, in Erinnerung an die Linien der Chiromanten, einige Scheu getragen, jenen feineren vielverschlungenen Linien des Tastapparates einen besonderen Wert beizumessen. Hierzu kommt, dass die Gelegenheit der Wahrnehmung dieser Linien sich uns so beständig darbietet, dass jeder sie zu kennen glaubt. Nichtsdestoweniger verbirgt sich mehr Inhalt hinter ihrer Gegenwart, als man bei einem oberflächlichen Blick vermuten mag. Die Entstehung des Papillarkörpers wird im allgemeinen so aufgefasst, dass zu einer gewissen Zeit der Ent-

wickelung des Körpers von dem bisher ebenen Boden der Lederhaut zahlreiche Sprossen gegen das bedeckende Epithel aktiv vordringen und auf diese Weise die Anlage des Papillarkörpers bewerkstelligen. Allein schon sehr bald zeigten sich bei der Beurteilung von Schnitten durch die Fingerhaut menschlicher Embryonen Verhältnisse, welche der geläufigen Annahme so sehr als möglich widersprachen. Nach und nach trat es immer deutlicher zu tage, dass der Papillarkörper mit seinen zahllosen Hervorragungen wesentlich nichts andres sei, als ein Ausguss des bedeckenden Epithels, welchem letzteren die formende Rolle bei der Entstehung des Papillarkörpers zufällt.

Hiermit war die Grundlage gewonnen, auf welcher weiter vorgeschritten werden konnte. Mit Anwendung der entwickelungsgeschichtlichen Methode ergab sich alsbald Licht in Dingen, welche vorher entweder gänzlich unbekannt oder nur in einer dürftigen Beleuchtung geblieben waren. Es stellten sich Zusammenhänge her, wo vorher nur ein zufälliges, mit Widerstreben wahrnehmbares Nebeneinander vorhanden war, es zeigte sich sinnvolle Planmässigkeit des Aufbaus, wo vorher nur unverstandene Thatsachen im Vordergrunde gestanden hatten. Jene oben bemerkte Regelmässigkeit der Verteilung der Hautgebilde über den niederen oder höheren Tierkörper trat nun sofort in klares Licht; denn sie war zur Notwendigkeit geworden. Worauf schon von Anfang an manches hingedeutet hatte, bestätigte sich im weiteren Verlauf der Untersuchung in vollem Masse: Um zu einem befriedigenden Verständnis der Haut im ganzen und ihrer einzelnen Gebilde im besonderen zu gelangen, ist es erforderlich, diese letzteren nicht sowohl in ihrer Isolierung, als vielmehr in ihrem gegenseitigen Zusammenhang zu betrachten. Durch letzteren erscheinen sie selbst als ein Ganzes mit verschiedener Dignität der einzelnen Bestandteile.

Um nun aber zu einer befriedigenden Darstellung der Entwickelungsgeschichte des Papillarkörpers zu gelangen, stellte es sich als notwendig heraus, zunächst über die Ausdehnungsrichtungen der Epidermis, welche sie bei ihrem Wachstum hervortreten lässt, ins klare zu kommen. Für diesen Zweck liess sich die genaue Beobachtung des karyokinetischen Prozesses in den Zellen der wachsenden Epidermis als entscheidendes Mittel benutzen. Sodann musste zugesehen werden, wie es sich mit dem vorauszusetzenden wichtigen Seitendruck innerhalb der sich ausdehnenden Epidermis verhalte.

War es auf diesem Wege gelungen, über die Entwickelung des Papillarkörpers Klarheit zu erhalten, so war damit die Ausgiebigkeit des Prinzips keineswegs erschöpft. Als wichtigstes ferneres Ergebnis stellte sich heraus, dass der Tastapparat der Hand mit mehreren Ordnungen scharf begrenzter Tastballen von besonderem Gepräge des Papillarkörpers ausgestattet sei, zwischen welchen intermediäre Tastflächen sich einschieben. Diese Tastballen erster, zweiter und dritter Ordnung sind je in ihrem Bezirk am reichsten mit terminalen Nervenendigungen ausgestattet, wie die Untersuchung sowohl

der Tastkörperchen innerhalb der Papillen, als auch der Vater-Pacinischen Körperchen im Unterhautbindegewebe ergab.

Tastballen dreier Ordnungen kommen nicht allein dem Menschen, sondern auch den Affen zu; ja man erleichtert sich das Verständnis der erwähnten Gebilde in hohem Grade dadurch, dass man zunächst Affenhände zur Untersuchung wählt. Es lag also Veranlassung vor, auch für den Zweck unsrer Untersuchung die Hand der Affen vor allem in intensiver Weise heranzuziehen. In extensiver Weise Gleiches zu bieten, hinderte die Schwierigkeit, die betreffenden Objekte in genügender Ausdehnung zu erhalten. Was in dieser Hinsicht hier noch mangelhaft bleiben muss, ist einer späteren Behandlung vorbehalten.

Ganz von selbst werden wir auf diese Weise auch zu einer *vergleichend anthropologischen* Verwertung des Tastapparates der Hand geführt und liegt es zugleich nahe, die Tastfläche der unteren Extremität mit in die Vergleichung hereinzuziehen. Die Gelegenheit Hand und Fuss von Angehörigen verschiedener Rassen zu untersuchen fehlte mir nicht ganz. Soweit es möglich war, wurde diesem Teil meiner Aufgabe alle Aufmerksamkeit zugewendet. Doch muss auch hier die Ausfüllung mancher Lücke der Zukunft vorbehalten bleiben!

Der vorausgehenden Schilderung entsprechend, zerfällt die vorliegende Abhandlung in mehrere Abschnitte, welche in folgender Ordnung zur eingehenden Darstellung gelangen werden:

1. Die Wachstumsrichtungen innerhalb der embryonalen Epidermis.
2. Der Seitendruck in der wachsenden Epidermis.
3. Die Entwickelung des Papillarkörpers.
4. Die Gliederung des Tastapparates der Hand.
5. Die Tastballen der Affenhand.
6. Anthropologische Verwertung.

I. Die Wachstumsrichtungen in der embryonalen Epidermis.

Über die Wachstumsrichtungen innerhalb der sich stark ausdehnenden Epidermis von Embryonen Aufschluss zu erhalten, ist nicht bloss aus dem Grunde von Interesse, weil die hierüber erlangten Kenntnisse als Mittel zur Erreichung fernerer Zwecke dienen können. Dem Gegenstande wohnt vielmehr an sich selbst schon und ohne Rücksicht auf Nebenzwecke eine gewisse Bedeutung bei. Die Erfahrung lehrt in leicht zu ermittelnder Weise, dass die Epidermis eines bestimmten Körperteils, sei es der embryonalen Hand, von Stufe zu Stufe eine Zunahme ihres kubischen Inhaltes erleidet. An dieser Zunahme sind jedoch die verschiedenen Wachstumsrichtungen inner-

halb der Zellenlager der Epidermis in sehr verschiedener Weise beteiligt. Es lässt sich der Fall denken, die Epidermis besitze z. B. gar kein direktes Dickenwachstum. Das letztere könnte hervorgegangen sein aus einem kräftigen Flächenwachstum der Zellen tieferer Schichten. Einzelne derselben würden fortwährend aus den tieferen Schichten oder selbst nur aus der tiefsten Schicht infolge von Druckwirkungen ausgeschaltet werden und in höhere Schichten gelangen, wodurch ein indirektes Dickenwachstum zustandekäme. Es wäre nun eine Sache von grosser Schwierigkeit, unter Umständen ein Ding der Unmöglichkeit, hierüber bestimmten Aufschluss zu erhalten, wenn uns nicht als ein Hilfsmittel der Untersuchung die Erforschung der Teilungsvorgänge in den einzelnen Zellen gegeben wäre. Wir können die Ebene bestimmen, welche bei der Teilung der einzelnen Zellen zum Ausdruck kommt; ebenso sicher lässt sich feststellen, in welcher Zellenschicht Teilungsvorgänge stattfinden, vorwiegend stattfinden oder in welcher sie fehlen.

Untersuchungen dieser Art sind in den letzten Jahren mehrfach vorgekommen. Ich werde ihrer in einer besonderen Zusammenstellung gedenken. Vorher sei es gestattet, die Ergebnisse mitzuteilen, zu welchen meine Untersuchung nach dieser Richtung hin gelangte.

Als Hauptobjekt dienten für diesen Zweck junge Exemplare von Triton taeniatus, welche eine Länge von 2 Zentimeter und mehr besassen. Die erwähnte Spezies ist in hiesiger Gegend häufig und zugleich als geeignetes Beobachtungsobjekt bekannt. Zur Härtung bediente ich mich $^1/_3$ prozentiger Chromsäurelösung und darauf des Alkohols. Die Epidermis fand teils zu Flächenbildern Verwendung, teils wurden verschiedene Körperteile in feine Schnitte zerlegt. Zur Färbung dienten die gebräuchlichen Anilinfarben, ausserdem insbesondere Hämatoxylin und Pikrokarmin. Zur Herstellung von Schnittreihen ward das Leysersche Mikrotom benutzt und durchschnittlich eine Schnittdicke von $^1/_{40}$—$^1/_{60}$ Millimeter erreicht; sie genügte allen Anförderungen. Die Schnitte mussten selbstverständlich in der Weise orientiert werden, dass ein Teil derselben der Längsachse, ein andrer Teil der Querachse des Tierkörpers parallel lief. Beiderlei Reihen mussten Aufschluss gewähren über die beim Dickenwachstum stattfindenden Vorgänge; erstere Reihe diente ferner zur Aufklärung des Längenwachstums, letztere dagegen zur Aufklärung des Breitenwachstums der Epidermis. Zur Herstellung der Flächenbilder ward in der Weise verfahren, dass Hautstrecken, deren Längsrichtung mit der Längsausdehnung des Körpers übereinstimmte, nach geschehener Isolierung zur Tinktion gelangten. Die gewonnenen Präparate wurden nach vorgenommener Aufhellung in Nelkenöl gebracht und dann in Kanadabalsam eingeschlossen.

Die in Frage kommenden karyokinetischen Figuren zeigten sich besonders an solchen Präparaten, die vom Kaudalteil oder von den Extremitäten genommen waren, nicht allein ausnahmslos, sondern häufig auch in Gruppen beisammen. Wählte man zur Beurteilung diejenigen Kernteilungsstadien, welche für die Erkennung der Teilungsebene am besten sich eignen, so

konnten über die Sicherheit des Ergebnisses keinerlei Zweifel bestehen. Einige der auf diesem Wege gewonnenen Bilder sind auf Tafel I wiedergegeben worden. Ich werde dieselben kurz beschreiben, nachdem ich zuerst die erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt habe.

Ergebnisse:

1. Die Ebene, in welcher sich der karyokinetische Teilungsprozess in den Epithelzellen der Haut von Triton taeniatus vollzieht, steht entweder senkrecht zur Oberfläche der Haut oder parallel derselben oder es ist eine zwischen beiden Richtungen leicht schiefe Lage der Teilungsebene des Kerns und der Zelle vorhanden. — Unter Kernteilungsebene verstehe ich diejenige Ebene, welche den Äquator der Kernspindel einnimmt. Sie bezeichnet also diejenige Fläche, in welcher sich die Teilung des Kerns und annäherungsweise oder vollständig auch die der Zelle vollzieht.

2. Die in senkrecht zur Oberfläche gestellten Teilungsebenen befindlichen karyokinetischen Figuren liegen mit den Längsachsen der Kernspindeln wiederum in zwei Richtungen, davon eine senkrecht zur Länge des Tierkörpers gestellt ist, während die andre der Längsachse mehr oder weniger genau parallel läuft.

3. Sämtliche Kernteilungsfiguren kommen vorwiegend in der tiefsten Zellenschicht der Epidermis zum Vorschein, doch werden solche auch in den darüberliegenden Schichten wahrgenommen. Ausgeschlossen ist nur das äusserste Zellenstratum, sofern dasselbe an älteren Larven bereits eine keratoide Umwandlung erfahren hat und somit eine Hornschicht darstellt.

4. Weitaus am häufigsten ist diejenige Richtung der Kernteilungsebenen zu beobachten, welche senkrecht zur Oberfläche und zugleich senkrecht zur Längsachse des Tierkörpers gelegt ist. Diese Teilungsebene entspricht dem Längenwachstum der Epidermis. In Häufigkeit schon viel geringer ist diejenige Richtung der Kernteilungsebene, welche zwar senkrecht zur Oberfläche aber parallel der Längsachse des Tierkörpers liegt. Diese Richtung deutet das vorsichgehende Breitenwachstum der Epidermis an. Am seltensten und wie es scheint besonders in der Nähe der Häutungsperiode wahrnehmbar, ist diejenige Richtung der Kernteilungsebene, welche parallel der Oberfläche der Epidermis liegt. Diese Richtung entspricht einem direkten Dickenwachstum der Epidermis. Die verschiedene Häufigkeit der in den einzelnen Dimensionen des Raumes wahrgenommenen Kernteilungsfiguren entspricht hiernach ganz den Erwartungen, die man von vornherein über die Ausdehnungsgrösse der Epidermis nach den verschiedenen Richtungen des Raumes erwarten musste. Denn die Epidermis dehnt sich thatsächlich am meisten in die Länge, minder in die Breite, am geringsten in die Dicke aus. Die Dickenausdehnung würde noch weniger zur Wahrnehmung gelangen, wenn nicht periodische Häutungen stattfänden mit der Notwendigkeit, einen Ersatz der verloren gegangenen Teile in der Richtung der Dicke zu schaffen.

5. Kernteilungsfiguren der verschiedensten Art wurden auch, obwohl seltener, in den zahlreichen Hautdrüsen der Larven wahrgenommen.

6. Die Hautdrüsenanlagen selbst sind aufzufassen als in die Tiefe rückende Zellenkomplexe der Epidermis und ist an ihrem Zustandekommen wesentlich nur die unterste Lage der Keimschicht, das ist das Stratum Malpighii, beteiligt. Als ursächliches Moment der Drüsenausbildung kommt in Betracht der Druck, welchem insbesondere die tiefste Schicht der gesamten Epidermis infolge ihrer Ausdehnung nach Länge und Breite unterworfen ist. Dem vorhandenen Seitendruck antwortet an umschriebenen, bestimmt gegen einander abgegrenzten Stellen ein Ausweichen der erwähnten Zellenkomplexe in die Tiefe. Die dislozierten, vom Seitendrucke teilweise befreiten Zellen nehmen alsbald die bekannten riesigen Dimensionen an, ohne das Vermögen zu ferneren Teilungen hiermit zu verlieren.

7. Karyokinetische Figuren zeigten sich auch an den sogenannten LEYDIGschen Zellen der Epidermis und zwar liegt die Teilungsebene bei ihnen entweder der Oberfläche parallel oder leicht gegen dieselbe geneigt.

Wie aus dem Obigen erhellt, so besitzt die Epidermis ohne Zweifel ein direktes Dickenwachstum, doch scheint es mir nicht unmöglich, dass insbesondere durch schiefe Teilungen innerhalb der Zellen der Keimschicht, und zwar vor allem der tiefsten Lage derselben, Elemente aus der Tiefe in höhere Regionen gelangen können. Auf diese Weise würde das Flächenwachstum der Epidermis zum Teil auch zu dem Dickenwachstum Veranlassung geben und letztere Art des Dickenwachstums als ein indirektes dem direkten an die Seite zu stellen sein.

Die unter 1—7 gemachten Angaben stehen zum grossen Teil im schönen Einklang nicht nur mit den von vornherein gehegten Erwartungen, sondern auch mit den vortrefflichen Untersuchungen von WALTHER FLEMMING und seines Schülers WILHELM PFITZNER, von welchen der letztere auf die Lage der Teilungsebene des Kernes innerhalb der Epidermis einige Rücksicht nimmt, ohne indessen auf die ferneren Konsequenzen einzugehen. In den wichtigsten Punkten treten erfreulicher Weise keine Differenzen zwischen den beiderseitigen Ergebnissen hervor. Bevor ich zu einer genaueren Erörterung ihrer Ergebnisse mich anschicke, erscheint es geeignet, auf die in den Tafeln gegebenen Figuren unsre Aufmerksamkeit zu richten, indem dieselben zur Erläuterung und zum Verständnis der angeführten Ergebnisse wesentlich beitragen, beziehungsweise notwendig sind.

Beschreibung der Schnitte (Tafel I, Fig. 1—8).

Sämtliche Abbildungen sind bei einer Vergrösserung von 280 mit dem Prisma aufgenommen worden. Fig. 1 ist einem Längsschnitt durch den Kaudalteil einer ungefähr 3 zmtr. langen Tritonlarve entnommen. Die Hornschicht (h) besteht aus einer einzigen Lage abgeplatteter Zellen, darunter liegt die mehrzellige Keimschicht (k), in welcher auf der wiedergegebenen Scktree 3 LEYDIGsche Zellen (L) bemerkbar sind. Von den übrigen Zellen

sind der grösseren Einfachheit wegen nur die Kerne gezeichnet, während das Protoplasma weiss gelassen worden ist und die Zellengrenzen, die ohnedies nicht bei allen Zellen scharf umschrieben hervortreten, gar nicht eingezeichnet sind mit Ausnahme der beiden in Teilung begriffenen Zellen. In letzteren tritt je eine karyokinetische Figur, welche dem Stadium des Sternes oder Kranzes der Tochtergeneration entspricht, mit aller Schärfe hervor. Die Kernteilungsebene ist hiernach senkrecht zur Oberfläche gestellt, während die Längsachse der Kernteilungsfigur in horizontaler Ebene liegt. Durch diese Lage ist, wie ein Blick auf die Figur ohne weiteres lehrt und bereits oben angegeben worden ist, die Ausdehnungsrichtung der Epidermis nach der Längsachse des Tierkörpers angezeigt. Besondere Erwähnung verdient, dass die eine der in Teilung begriffenen Zellen der basalen Lage der Keimschicht, die andre dagegen der äusseren Zellenlage der Keimschicht (k) angehörte. Unterhalb der Keimschicht befindet sich Bindegewebe mit längsliegenden Kernen sowie mit einer Pigmentzelle.

Fig. 2 gehört einem andern Längsschnitt durch den Kaudalteil derselben Larve an. Auf kurzer Strecke sind nicht weniger als drei karyokinetische Figuren bemerklich. Die eine der bezüglichen Zellen gehört der tiefsten Zellenlage an, während die andre aufwärts sie unmittelbar berührende an das Stratum corneum angrenzt und somit der äussersten Lage der Keimschicht angehört. Die dritte sich teilende Zelle ist hinsichtlich der Schicht, in welcher sie liegt, nicht sicher bestimmbar; sie scheint der zweiten Zellenlage der Keimschicht anzugehören. Die Längsachsen der beiden ersterwähnten in Karyokinese begriffenen Zellen liegen wesentlich horizontal, die Kernteilungsebenen stehen demgemäss senkrecht zur Oberfläche. Die bindegewebige Unterlage ist, nach der rechten Hälfte der Figur hin, leicht aufwärts konvex vorgewölbt. Es rührt dies her von der Gegenwart einer in die Zeichnung nicht mit aufgenommenen Hautdrüse, welche seitlich von ihrer Mitte durch das Messer angeschnitten worden ist. Mit Bezug auf diese Vorwölbung würde die Teilungsebene der unteren karyokinetischen Figur auf ihrer unmittelbaren Unterlage nicht senkrecht stehen, sondern mit einer geringen Neigung gegen dieselbe gerichtet sein. Die dritte in der Zeichnung links gelegene karyokinetische Figur lässt eine sichere Bestimmung der Teilungsrichtung nicht zu.

Auch Fig. 3 gehört einem Längsschnitt durch denselben Tierkörper an und zwar durch die hintere Extremität desselben. Es sind zwei in Teilung begriffene Kerne vorhanden; der eine derselben entspricht der tiefsten der andre der nächstfolgenden Zellenlage der Keimschicht. Die Teilungsebene des linkerseits gelegenen Kernes liegt nahezu wagerecht zur unteren Grenzlinie der Epidermis. Zugleich macht sich eine ungleiche Ausbildung der beiden Hälften der karyokinetischen Figur bemerklich, indem die obere Hälfte der chromatischen Schleifen einen weit unansehnlicheren Tochterstern darstellt als die mächtigere untere Hälfte. Es rührt dieser Unterschied nicht etwa her von einer künstlichen durch die Schnittführung bedingten Zerstückelung des äusseren Tochtersterns, wie eine genauere Prüfung mit starker Ver-

grösserung lehrt. Die in diesem Kern vorliegende Teilungsrichtung weist auf ein direktes Dickenwachstum der Keimschicht hin, für dessen Vorhandensein alsbald auch noch weitere Beispiele beizubringen sein werden. Die Teilungsebene der in der Figur rechts gelegenen Zelle steht dagegen auf der Unterlage nahezu senkrecht und ist darum als ein Ausdruck des vor sich gehenden Längenwachstums der Epidermis zu betrachten.

Figur 4 stellt einen nahezu durch die Längsachse einer Hautdrüse desselben Tieres getroffenen Schnitt dar. In einer der sie zusammensetzenden Zellen ist eine mächtige karyokinetische Figur mit äusserst deutlichen Tochterkränzen erkennbar. Bei genauerer Betrachtung der beiden Kränze erhält man übrigens den Eindruck, als wären die chromatischen Schleifen in der Gegend ihres Winkels ineinander geflossen.

Fig. 5 und 6 entstammen Querschnitten durch den Rumpf des gleichen Tieres. In Figur 5 erkennen wir eine dem tiefsten Zellenstratum der Keimschicht angehörige in Kernteilung begriffene Zelle. Die Kernteilungsebene steht auf der Unterlage der Epidermis nicht genau senkrecht, sondern ist zu derselben leicht geneigt. Da aber der Schnitt genau nach der Querrichtung des Körpers orientiert worden ist, so haben wir in der gegebenen Richtung der Teilungsebene des Kerns den Ausdruck eines direkten Breitenwachstums der Epidermis zu erblicken.

Während die soeben beschriebene Zelle dem unteren Stratum der Keimschicht angehört, so sehen wir in Fig. 6 eine in dem äussersten Stratum der Keimschicht befindliche in Karyokinese begriffene Zelle, deren Längsachse der Oberfläche parallel läuft. Die betreffende karyokinetische Figur ist demgemäss wiederum auf ein direktes Breitenwachstum der Epidermis zu beziehen. Zugleich geht aus der Beurteilung der Figuren 5 und 6 hervor, dass jenes Breitenwachstum in allen Zellenlagen der Keimschicht statt haben kann, genau in der Weise, wie es oben bereits für das Längenwachstum konstatiert worden ist.

Fig. 7 und 8 sind endlich dazu geeignet, uns, wie es schon teilweise bei Figur 3 der Fall war, ein direktes Dickenwachstum der Epidermis in verschiedenen Zellenlagen der Keimschicht vor Augen zu führen. Die Längsachse des in Teilung begriffenen Kerns der Figur 7 ist beträchtlich gegen den Horizont geneigt, die Neigung entspricht nahezu einem Winkel von 45°. Die Längsachse des in Teilung begriffenen Kerns der Figur 8 steht dagegen nahezu senkrecht zur Horizontalen. Die vorliegende karyokinetische Figur lässt sehr schöne Kranzform erkennen. —

Mit Absicht wurden für alle hiermit beschriebenen Figuren Präparate gewählt, welche sämtlich von einer einzigen Tritonlarve herstammen; denn das Verhältnis der verschiedenen Teilungsrichtungen zu einander konnte auf diese Weise am leichtesten übersehen und beurteilt werden. Im übrigen beschränkte ich meine Untersuchungen keineswegs auf dieses Tier allein, sondern dehnte dieselben auch auf andere Larven aus, sei es nun, dass dieselben gleichen, jüngeren oder höheren Alters waren. Niemals jedoch stiess

[redacted]

ich auf andre Verhältnisse, als sie im Obigen angegeben worden sind, ausgenommen, dass die verschiedenen Kernteilungsphasen nicht überall in gleicher Reichhaltigkeit vorhanden gewesen sind. —

Wende ich mich nunmehr zu einer Vergleichung der von mir erhaltenen Ergebnisse mit denjenigen meiner Vorgänger auf demselben Gebiete, so habe ich zunächst der Angaben von WALTHER FLEMMING[1] zu erwähnen. Dieser um die Erkennung der Kernteilungsverhältnisse so hochverdiente Autor spricht sich über das Verhalten der Teilung im geschichteten Hautepithel folgendermassen aus:

„Über das Verhalten der Teilungen im geschichteten Hautepithel habe ich dem kaum etwas hinzuzufügen, was ich selbst (Salamander) und weiter E. KLEIN (Triton) bereits darüber ausgesagt haben. Der Annahme des letzteren Autors, dass ausser den indirekten Teilungen noch direkte vorkämen, bin ich pag. 159 ff. B. XVIII dieses Archivs entgegengetreten, indem ich zeigte, dass die indirekten Teilungen für die Erklärung der Regeneration völlig genügen.“

Über die Teilnahme der verschiedenen Schichten an der Vermehrung macht FLEMMING in derselben Schrift folgende Angabe: „Die Teilungen finden sich hier nicht bloss in der tiefsten Schicht, sondern soweit nach aufwärts, als die Zellen noch nicht eigentlich abgeplattete Formen haben. Es sind das die Schichten, die nach Morphologie und Reaktionen den Zellen des Stratum Malpighii der Säugetierhaut entsprechen, welches ja auch bei anders geschichteten Epithelien als denen der Haut überall sein Äquivalent hat. Um für den langen unbequemen Namen Stratum Malpighii einen kurzen und zugleich physiologisch bezeichnenden zu gewinnen, würde man also deutsch einfach Keimschicht sagen können.“

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, habe ich mich hinsichtlich der Bezeichnungsweise des Stratum Malpighii FLEMMING angeschlossen und, was seine Negation eines direkten, ohne karyokinetischen Prozess vor sich gehenden Kernteilungsprozesses betrifft, so glaube ich ihm nach allem, was mir bei meinen Präparaten vorgelegen hat, hierin ebenfalls zustimmen zu müssen.

W. PFITZNER[2] spricht sich über die Kernteilungsverhältnisse in der Keimschicht der Salamanderlarve folgendermassen aus: „Bei zwei Monate alten Larven konnte man von zwei, einen Monat später von drei Lagen sprechen, wenn sich dann überhaupt noch einzelne Lagen unterscheiden liessen. Bei der Kornea und den Kiemenblättern bleibt das Epithel stets zweischichtig, die eigentlichen Zellen des Stratum mucosum haben keine typische Form. Ihre Gestalt wird bedingt durch Akkomodierung an einander und an gewisse Elemente, die durch Form und Beschaffenheit sich von ihnen unterscheiden

---

[1] WALTHER FLEMMING, über Epithelregeneration und sogenannte freie Kernbildung. *Archiv für mikroskopische Anatomie* B. XVIII pag. 347. —

[2] W. PFITZNER, die Epidermis der Amphibien; *Morpholog. Jahrbuch,* B. VI. 1880.

(LEYDIGsche Zellen, Flaschenzellen). Sie vermehren sich durch Teilung in der von FLEMMING geschilderten Weise und zwar meistens in horizontaler oder schräger, selten in genau senkrechter Richtung."

Über die Leydigschen Zellen bemerkt PFITZNER das Folgende: „Die LEYDIGschen Zellen entstehen durch allmähliche Umwandlung aus den Zellen des Stratum mucosum, solange das letztere aus einer einzigen Lage besteht, und findet man um die Zeit der Geburt alle möglichen Übergänge, Aufhellung des Inhaltes, Schrumpfung des Kerns, Auftreten von Vacuolen und Protoplasmasträngen u. s. w. Bald nach der Geburt endet diese Art der Entstehung und die weitere Vermehrung geschieht auf dem Wege der indirekten Zellteilung vorwiegend in mehr senkrechter Richtung."

Vom Stratum corneum der Salamanderlarve hebt PFITZNER (pag. 486 ibid.) hervor, dass seine Zellen bis zum vierten Monat wenig Veränderungen ihres bisherigen Verhaltens zeigen. Auch die Zellen des stratum corneum vermehren sich bis dahin durch Teilungsvorgänge. „Seine Zellen vermehren sich auf dem Wege der von FLEMMING so benannten indirekten Zellteilung stets in der Horizontalebene, entsprechend der Grössenzunahme der Oberfläche, wie in senkrechter Richtung."

Von der Epidermis des erwachsenen Salamanders bemerkt PFITZNER, dass ihr Stratum corneum ebenfalls nur aus einer einzigen Schicht verhornter, fest miteinander verbundener flacher, polygonaler Zellen mit einem stark abgeplatteten Kern besteht.

Von der Vermehrungsweise der Zellen in der Keimschicht des erwachsenen Salamanders ist ferner bemerkenswert, „dass man Kernfiguren nie in den an die Hornschicht angrenzenden Zellen, sondern nur in den untersten, der Kutis aufsitzenden und in den nächstuntersten findet."

PFITZNER fand ferner in einer folgenden Arbeit[1] bei Froschlarven jeden Stadiums in den tieferen Schichten der Epidermis sowohl als in den oberflächlichen, solange letztere nicht verhornt waren, Teilungsfiguren, ebenso im Unterhautbindegewebe und in den Epithelzellen der Hautdrüsenanlagen.

Beim erwachsenen Frosch und erwachsenen Triton waren Teilungsfiguren nur in den untersten Zellschichten (Basalzellen und darauffolgende Zellenlage) wahrnehmbar, nie weiter nach der Hornschicht zu. —

In der Epidermis eines jungen Hundes bemerkte derselbe Autor sehr zahlreiche Kernfiguren, die der Keimschicht angehörten, doch nur denjenigen Zellen, die unmittelbar der Kutis aufsitzen (Basalzellen), sowie in der Tiefe zwischen den Kutispapillen auch in andern Zellen, nie aber kamen dieselben dort vor, wo die Zellen sich bereits abzuflachen begannen, also mehr nach der freien Oberfläche zu. —

Einige die bisherigen Angaben bestätigenden und für meinen Zweck verwertbare karyokinetische Figuren von Epidermiszellen gibt ferner das

---

[1] Beobachtungen über weiteres Vorkommen der Karyokinese; *Archiv für mikroskopische Anatomie*, B. XX.

Handbuch von W. KRAUSE[1], welche nach PFITZNERschen Präparaten von Salamandra maculosa aufgenommen worden sind. —

Mit der Epidermis von Triton cristatus beschäftigte sich ferner E. KLEIN[2] in einer Untersuchung, die jedoch ausschliesslich die feinere Struktur des Kerns in der Ruhe und in seinen verschiedenen Teilungsstadien berücksichtigt.

Nachdem hiermit die Ergebnisse der früheren Autoren, welche über die Kernteilung in der Epidermis gearbeitet haben, zusammengestellt worden sind, so ergibt eine Vergleichung mit meinen eigenen Beobachtungen, dass es WALTHER FLEMMING vor allem um die Aufhellung des Kernteilungsprozesses selbst zu thun war, während PFITZNER in den Bahnen seines Lehrers fortschreitend neben dem gleichen Ziele besonders die Absicht zeigt, über die Verbreitung der Karyokinese in den verschiedensten Organen und Geweben des Körpers Licht zu verbreiten. Der erstere verfolgte demgemäss den Kernteilungsprozess vor allem in intensiver, der letztere in extensiver Richtung, denn PFITZNER suchte nach karyokinetischen Figuren nicht allein in der Epidermis, sondern auch im Nervensystem, im Bindegewebe, in der Muskulatur, um auch hier ihr Vorkommen zu konstatieren. Die Rücksichtnahme auf die Teilungsebene und besonders auf die organogenetischen Vorgänge des wachsenden Epithels erscheint bei PFITZNER entweder erst in zweiter Linie oder sie liegt überhaupt nicht im Plane seiner Untersuchung. Gerade die letzteren Beziehungen nun traten für mich selbst in den Vordergrund der Beobachtung, der karyokinetische Prozess an sich bot sich dagegen als ein ausgezeichnetes und geradezu unumgängliches Mittel dar zur Feststellung jener Beziehungen. Soweit sich jedoch die Angaben der einzelnen Beobachter auf dem gleichen Boden zusammenfinden, herrscht in allen wesentlichen Punkten eine so treffliche Übereinstimmung der Ergebnisse, wie sie nur erwünscht sein kann, um als sicheres Fundament für weitergehende Ziele zu dienen.

Es könnte noch die Frage erhoben werden, ob man denn, was bei den Amphibien als Ergebnis der Untersuchung der Wachstumsrichtungen in der Epidermis gefunden wurde, unmittelbar auf die höheren Wirbeltiere und den Menschen übertragen dürfe. Denn ausreichende Beobachtungen über die entsprechenden Verhältnisse liegen bis jetzt von letzteren nicht vor. Soweit sich indessen die an den Säugetieren gemachten, oben mitgeteilten Beobachtungen erstrecken, liegt kein Grund vor, an eine Sonderstellung derselben bezüglich des Wachstums ihrer Epidermis zu denken. Vielmehr haben wir alle Ursache anzunehmen, dass eine prinzipielle Übereinstimmung in diesem Punkte stattfindet. Insbesondere ist die hervorragende Beteiligung der tiefsten Zellenlagen am Wachstum der Epidermis der Säuger das Ergebnis unmittelbarer Beobachtung gewesen.

---

[1] Nachträge zum ersten Bande des Handbuches. 1881. pag. 18 ff.

[2] Observations on the Glandular Epithelium and Division of Nuclei in the Skin of the Newt. By E. KLEIN, M. D.; *Quarterly Journal of Microscopical Science.* pag. 404 ff.

II. Der Seitendruck innerhalb der wachsenden Epidermis.

Der Seitendruck, welchem die einzelnen eine epitheliale Membran zusammensetzenden Zellen und damit die Gesamtheit der wachsenden Epidermis ausgesetzt sind, bildet für die der vorliegenden Abhandlung gestellten Aufgaben einen so wichtigen Faktor ihrer Lösung, dass es erforderlich erscheinen muss, denselben in unmittelbarem Anschluss an die Untersuchung der Wachstumsrichtungen der jungen Epidermis eingehender in das Auge zu fassen. Im vorausgehenden Abschnitt ist bereits ein Beispiel enthalten, welches dem Seitendruck die Ursache des Hinabrückens der Drüsenanlagen der Haut unter die Oberfläche der Epidermis zuerkennt. Es ist die Frage aufzuwerfen, welches Recht vorhanden sei, jene Leistung unter diesem Gesichtspunkte aufzufassen.

Schon bei dem Zustandekommen der ersten embryonalen Anlage eines Tierkörpers wird dem Seitendruck der sie zusammensetzenden Zellenlager allgemein eine grosse Bedeutung zugeschrieben. Es kann also nichts Auffallendes haben, ihn auch während des weiteren Ablaufs der Entwickelung mit Leistungen betraut aufzufassen. Beweise für die Richtigkeit einer solchen Annahme beizubringen, unterliegt in den frühesten embryonalen Stadien grossen Schwierigkeiten. Denn sie sind einer experimentellen Prüfung, welche den Beweis zu liefern vermöchte, nur schwer zugänglich. Anders und besser liegen die Verhältnisse jedoch in späterer Entwickelungszeit. Hier ist nicht allein die Möglichkeit erleichtert, auf experimentellem Wege die Frage in Angriff zu nehmen, sondern dieser Weg ist auch bereits eingeschlagen worden. Weit häufiger als am Tierkörper haben Untersuchungen über Gewebespannung am Pflanzenkörper stattgefunden und zu wichtigen Ergebnissen geführt.

Die eine der Arbeiten, welche auf dem Gebiete des Tierkörpers den genannten Weg betreten hat, lieferte vor kurzem O. v. Drasch, indem er Beobachtungen anstellte über die Regeneration des Flimmerepithels.[1] Die Anregung zu diesem Unternehmen erhielt v. Drasch durch Lotts bekannte Arbeit über die Schichtung der Pflasterepithelien. Er suchte dasselbe Prinzip für das Flimmerepithel zu verwerten, welches jener Beobachter für das Pflasterepithel aufgestellt hatte. Sein Bestreben ging darauf aus, in Erfahrung zu bringen, in welcher Weise sich die sogenannten Basalzellen nach und nach in flimmerntragende Kegelzellen umwandeln. Das Trachealepithel des Kaninchens, Hundes, Meerschweinchens und des Menschen diente zur Untersuchung. Die erhaltenen Ergebnisse laufen darauf hinaus, dass dem Seitendruck, welchem die sich vermehrenden Zellen unterliegen, eine wichtige formative Rolle in der Gestaltbildung der Zellen beigemessen werden müsse. Auf diesem Wege werden Kugel- zu Keilzellen, zu Zellen mit Fortsätzen,

[1] O. v. Drasch, die physiologische Regeneration des Flimmerepithels. *Sitzungsber. d. k. Akademie zu Wien*, Bd. 80, Abteilg. 3, pag. 209, 248.

zu Flimmerzellen. Inwieweit v. Drasch im Rechte ist, aus abgeschnürten Zellfortsätzen neue Zellen entstehen zu lassen, liegt kein Grund vor, hier im einzelnen zu erörtern. Auf Grundlage der im vorausgehenden Abschnitt beschriebenen Beobachtungen über die Vermehrung der Epithelzellen bei Triton möchte ich eher der Annahme Flemmings beipflichten, welcher die Entstehung von Zellen aus Zellrudimenten verwirft. Der Grundgedanke jedoch, welcher die Arbeit v. Draschs durchzieht, erfährt hierdurch keine Beeinträchtigung. Von besonderem Interesse ist der von ihm ausgeführte Versuch, zuzusehen, welche Formänderung das Epithel der Trachea durch künstlich hervorgebrachten Substanzverlust erleide. Als Versuchstier diente das Kaninchen. Als Ergebnis stellte sich heraus, dass infolge der geänderten Druckverhältnisse statt Cylinderzellen selbst Plattenzellen zur Ausbildung gebracht werden konnten.

In einer interessanten Studie von P. Fraisse,[1] welche das Mass der Regeneration von Organen und Geweben bei Amphibien und Reptilien zum Gegenstande hat, wird die uns beschäftigende Frage gleichfalls berührt. Am verbreitetsten erwies sich die Regeneration der äusseren Haut, von den niedrigsten bis zu den höchsten Formen hinauf. Bei Hautwunden, deren Heilung immer rasch vor sich ging, beteiligten sich alle Zellen der Keimschicht, nicht bloss die Zellen der untersten Lage derselben. Am Stumpf abgeschnittener Extremitäten entwickelten sich beim Heilungsprozess beträchtliche epidermale Anhäufungen. An der Schnittfläche des Schwanzes hob sich gerade an der Stelle der Chorda dorsalis die neue Epidermis vom darunterliegenden Gewebe ab und bildete eine hohle Kugel. In einem solchen Zellenwulst liessen sich bei Larven von Triton taeniatus 24 Stunden nach Anlegung der Wunde keine Zellengrenzen unterscheiden. Bei Siredon liessen sich die Zellen zwar leicht von einander trennen, hatten aber keine Membranen. Die Schleimdrüsen der Batrachier regenerierten sich wie bei ihrer normalen Entstehung, ebenso regenerierten sich die Hautsinnesorgane.

Schon aus diesen Beispielen erhellt, dass die Lösung des natürlichen Verbandes, in welchem die Zellen einer Membran stehen, nicht ohne Folgen auf die Zellen des betroffenen Bezirkes jener Membran bleibt, sondern einhergeht mit mehr oder weniger tiefgreifenden Veränderungen in der Form und Beschaffenheit der Zellen jenes Bezirkes. Aus den zahlreichen Untersuchungen über die histologischen Verhältnisse bei der Wundheilung, welche die Literatur aufweist, würden sich viele fernere Bestätigungen des eben aufgestellten Satzes entnehmen lassen.

Zu eigener Orientierung wurde der epitheliale Wundheilungsprozess an der Cornea des Frosches und der Haut vom Salamander studiert. An beiden Organen dienten kleine Exzisionen, welche die Oberfläche des Bindegewebslagers mitbetrafen, als Versuchsmittel. An der Hornhaut war die Wirkung

---

[1] P. Fraisse, Über die Regeneration von Organen und Geweben bei Amphibien und Reptilien. *Berichte der Naturforscherversammlung zu Danzig,* 1880.

minder auffallend als an der Haut des Rumpfes. Die Wundränder der ersteren zeigten nur an einzelnen Stellen Spuren von Zellenwucherung. In grösserer Ausdehnung begegnete man dagegen den Zeichen einer verminderten Ernährungsthätigkeit in der nächsten Umgebung der Schnittränder. Die Zellenlager des unversehrten Teils der Epidermis verdünnten sich nämlich fast durchgehends gegen die Schnittstelle hin in rasch steigendem Grade, so dass schliesslich eine gänzliche Entblössung von Epidermiszellen eintrat. Gestreckte, lang ausgezogene Epithelzellen bildeten hier die äusserste Grenze des epithelialen Zellenlagers. In der Nähe der Schnittstelle fehlte es indessen wie gesagt nicht vollständig an Vermehrungserscheinungen. So zeigte sich eine Kernteilungsfigur (Tochtersterne) mit wagerecht stehender Spindel nahe dem Schnittrande.

An der Haut des Rumpfes traten die Erscheinungen der Zellenwucherung lebhafter in den Vordergrund. Unregelmässige Hügel in verschiedenster Weise durcheinander gelagerter Zellen traten hier auf einer Reihe von Schnitten hervor. Eine Zuschärfung der epithelialen Zellenlager gegen die Schnittstelle hin fehlte auch hier im Bereich der ganzen Schnittlinie nicht vollständig, doch war dieselbe gegenüber der Bildung von Hervorragungen weniger auffallend.

An dieser Stelle darf es nicht unterlassen werden, auf ein sehr instruktives Beispiel hinzuweisen, welches die Natur selbst ohne unser Zuthun uns vor Augen stellt. Die Örtlichkeit, an welcher das von der Natur angestellte Experiment sich vollzieht, ist der Primitivstreifen der höheren Wirbeltiere. In ähnlicher Weise tritt dieselbe Erscheinung auf an den entsprechenden Stellen der Embryonalanlagen niederer Wirbeltiere. Um ein konkretes Beispiel anzuführen, sei der Primitivstreifen des Hühnchens hier in nähere Betrachtung gezogen. Das obere Keimblatt besteht zur Zeit und in der Gegend der Primitivstreifenbildung aus verlängerten, eng aneinander gepressten, mit ihren Längsachsen senkrecht gestellten Pyramidenzellen. Längs des in der Anlage begriffenen Primitivstreifens nun tritt ein von dem genannten Keimblatt ausgehender, das Gebiet der Primitivrinne einnehmender und sie überschreitender Zellenerguss in die Tiefe auf, welcher dem mittleren Keimblatt ganz oder vielleicht nur teilweise den Ursprung gibt. Es ist nun interessant, die Formen der unter raschen Teilungen aus dem Verband mit dem oberen Keimblatt gelösten, in ihrem gegenseitigen Zusammenhang gelockerten Elemente des Zellenergusses mit jenen des oberen Keimblattes zu vergleichen. Statt pyramidenförmiger Elemente begegnen wir nunmehr sehr verschiedenen Zellenformen. Dieselben sind spindelförmig, rundlich, multipolar u. s. w., weit entfernt davon, eine epitheliale Membran darzustellen, wie ihre Ursprungsstätte sie uns zeigt. Die Zellen des Ergusses treten erst später wieder, und nachdem sie sich über weite Strecken ausgebreitet haben, zur Bildung epithelialer Membranen zusammen. Nunmehr nehmen sie auch wieder Formen an, welche den Zellen ihrer Ursprungsstätte ähnlich sind. Mit andern Worten: Aus einem Verbande befreit, in welchem

die einzelnen Zellen einem hauptsächlich in querer Richtung wirksamen Seitendruck unterworfen waren, nehmen sie, sich selbst überlassen, andre Formen an. Einem erneuerten, in derselben Richtung wirkenden Seitendruck ausgesetzt, tragen sie sofort die Spuren desselben an sich und kehren zu ähnlichen Formen zurück, von welchen sie ausgingen. Nichts kann deutlicher für die Wirkung des natürlichen Seitendruckes auf die Zellenform sprechen, als gerade dieser Fall.

Aus dieser Auseinandersetzung ergibt sich aber nicht nur ein Beweis für die Anwesenheit eines Seitendruckes in wachsenden epithelialen Membranen der angegebenen Art, sowie für die Wirkungen desselben auf die einzelnen Zellen und damit auch ganze Zellenverbände, sondern es ist auch gestattet, mit einem ziemlichen Grade von Sicherheit aus der Form von Zellen auf den Seitendruck zurückzuschliessen, welchem dieselben ausgesetzt gewesen sind.

III. Die Entwickelung des Papillarkörpers.

Historischer Überblick.

Die Pars papillaris corii des Erwachsenen, auf welchen wir zuerst Rücksicht nehmen müssen, ist der grau-rötliche äussere, an die Oberhaut stossende Teil der eigentlichen Lederhaut, der in seinem dichten, festen Gewebe den oberen Teil der Haarbälge und Hautdrüsen und die Endausbreitungen der Gefässe und Nerven enthält. Die wichtigsten Teile desselben sind die Hautwärzchen, Papillae corii, welche mit Bezug auf den inneren Bau in zwei Arten, die Gefässwärzchen und die Nervenwärzchen zerfallen. Dieselben sind kleine, halb durchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich fest gebaute Erhabenheiten der äusseren Fläche der Lederhaut, die meist kegel- oder warzenförmig sind, an gewissen Orten aber auch in mehrere Spitzen auslaufen (zusammengesetzte Wärzchen). Bezüglich der Stellung und der Zahl, so sind die Papillen an der Handfläche und Fusssohle ungemein zahlreich (Ernst Heinrich Weber rechnete auf eine Quadratlinie der Vola manus 81 zusammengesetzte oder 150—200 kleinere Papillen, Meissner an der Volarfläche der Finger 400) und ziemlich regelmässig in zwei Hauptreihen, von denen jede 2—5 Papillen in der Quere besitzt, auf linienförmigen 0,2—0,7 mm. breiten, 0,1—0,4 mm. hohen Erhabenheiten — den Leisten oder Riffen der Lederhaut gelagert, deren Verlauf, da er auch äusserlich an der Oberhaut sichtbar ist, keiner weiteren Beschreibung bedarf. Anderwärts stehen die Papillen mehr regellos, entweder sehr dicht, wie an den Labia minora, an der Klitoris, dem Penis, der Brustwarze, oder etwas zerstreuter wie an den Gliedern, mit Ausnahme der genannten Stellen und am Scrotum, Brust, Hals, Bauch und Rücken. Die Grösse der Papillen variirt ziemlich bedeutend und beträgt im Mittel 55—100 μ. Die längsten von 110—225 μ finden sich an der Hand-

fläche und Fusssohle, der Brustwarze, dem Nagelbette und den kleinen Schamlippen, die kürzesten von 35—55 μ finden sich im Gesicht, namentlich an den Augenlidern, Stirn, Nase, Wange und Kinn, wo sie selbst gänzlich fehlen oder durch ein Netzwerk niedriger Leistchen ersetzt werden können, ferner an der weiblichen Brust (28—37 μ), am Scrotum und der Basis des Penis (35—55 μ). Die Breite der Papillen ist gewöhnlich drei Vierteile oder die Hälfte der Länge. Was den feineren Bau der Papillen betrifft, so hatte MEISSNER die bindegewebigen Fasern derselben für solche von eigentümlicher Beschaffenheit erklärt. Nach KÖLLIKER besteht indessen kein Grund dieselben vom Bindegewebe zu trennen, da die Papillen in allen chemischen Eigenschaften wie das übrige Corium sich verhalten, namentlich auch beim Kochen bis auf ihre Bindegewebskörperchen und elastischen Elemente sich lösen. Der fasrige Bau der Papillen ist nach KÖLLIKER übrigens nicht überall deutlich und erscheint statt desselben ein mehr gleichartiges Gewebe, das häufig wie von einem einfachen hellen Häutchen begrenzt erscheint, ohne dass jedoch ein solches wirklich sich darstellen liesse.[1]

Über das Corpus papillare drückt sich HUSCHKE[2] folgendermassen aus: „Sowie sich nämlich im inneren Hautsystem (Verdauungskanal) Falten von verschiedener Grösse und Feinheit bildeten (Klappen, Falten, Zotten, Cilien), deren Verrichtung nicht sowohl eine sensitive war, als vielmehr auf Bewegung und vor allem auf Einsaugung sich bezog, so kehrt dasselbe auch im äusseren Hautsystem wieder; jedoch mit der Verschiedenheit, dass, gemäss seinem mit der ersten Bildungszeit zusammenhängenden, mehr tierischen Charakter, die feineren von ihm ausgehenden Faltungen eine vorzugsweise sensitive Natur haben und, statt als der Bildungsthätigkeit angehörenden Zotten, als Tastwarzen erscheinen.“

Nach MEISSNER[3] bietet die Haut des Affen hinsichtlich der Papillen sehr ähnliche Verhältnisse dar, wie die des Menschen. Er untersuchte insbesondere die Haut von Hapalus, Cebus apella und Hylobates agilis. Er fand die Papillen in dem Verhältnis der Grösse des Tieres kleiner als beim Menschen. An der Volarfläche der Finger von Cebus apella beträgt die Höhe der Wärzchen $^1/_{25}$—$^1/_{20}$ Pariser Linie, die Breite $^1/_{50}$—$^1/_{35}$ Pariser Linie; auf einer Quadratlinie fanden sich durchschnittlich 560 Papillen. Sie sind an Hand und Fusssohle des Affen ebenfalls in Gruppen angeordnet und zeigen ganz ähnliche Riffen und Rinnen wie die des Menschen, nur ist der Verlauf dieser Linien ein andrer und im ganzen regelmässiger; insbesondere gilt dies letztere für Hylobates agilis. Ähnliche Verhältnisse wie beim Menschen zeigte auch die Sohlenfläche bei Hunden und Katzen; Grössenverhältnisse und Formen liessen keine bemerkenswerten Abweichungen erkennen. Von Vögeln untersuchte MEISSNER das Haushuhn und den Puter; auch hier fanden sich an den

---

[1] KÖLLIKER, *Gewebelehre.*

[2] HUSCHKE, *Eingeweidelehre* 1844. pag. 570.

[3] MEISSNER, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut.* 1853.

Sohlenflächen der Klauen Papillen. Dieselben stehen aber nicht in Reihen zusammen und bilden keine Leisten, sondern die Kutis zeigt rundliche, inselförmige Erhebungen, auf denen die Wärzchen stehen. In der Mitte dieser Erhebung findet sich eine kleine Vertiefung, welche der Mündung des Ausführungsganges der tubulösen Drüsen entspricht. Bezüglich der Struktur der Papillen hebt MEISSNER hervor, dass die Grenzlinie derselben keine ebene und gleichmässige sei, sondern mit feinen Zähnchen besetzt erscheine, welche besonders deutlich an den seitlichen Teilen des Randes hervortreten. „Zarte Kämme also umkreisen dicht übereinander parallel verlaufend die Papillen, welche an beiden Rändern als jene kleinen Vorsprünge oder Zähnchen sich zu erkennen geben.“ Eine strukturlose Haut (Todd-Bowman) überkleidet nach MEISSNER die Papillen nicht, vielmehr rührt nach ihm der helle schmale Saum, welchen man bisweilen sieht, davon her, dass die äussere Peripherie der Wärzchen, soweit sie von den genannten kleinen Zähnchen gebildet wird, heller und durchsichtiger erscheint als der übrige Teil der Papillen.

HENLE[1] gedenkt in seiner Schilderung des Papillarkörpers der menschlichen Haut auch der Beschaffenheit des letzteren im Bereich der Hautfurchen. In den Furchen kommen nämlich nach ihm hier und da Papillen vor von der Form und Stärke einzelner Spitzen der sogenannten zusammengesetzten Papillen.

W. KRAUSE bemerkt von den tieferen und breiteren Furchen der Hohlhandfläche, dass dieselben die Riffe der Haut teils durchschneiden, teils zu grösseren Gruppen umgrenzen. In der Tiefe dieser Furchen sind nach ihm die Papillen gar nicht, an den Rändern derselben nur schwach und in unregelmässiger Anordnung entwickelt.

Die Verbreitung von Blut- und Lymphgefässen, insbesondere die Verhältnisse der Nerven stehen zu meiner Aufgabe in nächster Beziehung. Was diese Elemente betrifft, so ist im folgenden Abschnitt darauf eingehende Rücksicht genommen.

Was dagegen die Struktur des dem Papillarkörper unterliegenden Kutisteils anbelangt, so sei noch in kurzem gedacht der interessanten von LANGER ermittelten Thatsache, dass nämlich die Bindegewebsbündel grossenteils in Form eines in der Fläche ausgespannten Gitterwerkes angeordnet sind, dessen Maschen an den meisten Körperstellen rhombische Form besitzen und eine regelmässige Anordnung zeigen. Anderseits fehlt es auch nicht an senkrecht aufsteigenden Zügen, welche die Gefässe, Nerven, Drüsengänge und Haarbälge begleiten. Senkrecht aufsteigende Bündel finden sich auch in den Papillen selbst. Man weiss von diesen Bündeln, dass dieselben in langgezogenen spiraligen Zügen innerhalb der Papillen Geflechte bilden.

Über die Anordnungsweise der Riffe und Furchen der menschlichen Hand hat bekanntlich PURKINJE die ersten ausführlichen Untersuchungen veröffentlicht. Darauf sind sie von HUSCHKE, später von ENGEL wiederum in Untersuchung gezogen, besprochen und beurteilt worden. PURKINJE stellt in seiner schon erwähnten *„Commentatio de examine physiologico argani visus*

[1] HENLE, *Anatomie des Menschen.* Eingeweidelehre. 1866.

et systematis cutanei" mehrere Haupttypen des Verlaufes der Papillenreihen auf, ohne jedoch genauer auf die Ursache dieser Anordnungen einzugehen. Huschke[1] bemerkt über denselben Gegenstand das Folgende:

„Am eigentümlichsten ist sie (die Anordnung) aber an den eigentlichen Tastinstrumenten der Hohlhand und den Fusssohlen. Hier sind die Tastwarzen weit regelmässiger geordnet als anderwärts und in Reihen aufgestellt. Diese Reihen sind schuppenartige Falten der äusseren Haut, die teils senkrecht gestellt, teils abwärts gerichtet sind und sich daher dachziegelartig decken."

Von der oberflächlichen Schicht der Lederhaut handelt auch folgende Stelle desselben Autors[2]:

„Sie fängt hier (an ihrer Oberfläche) an sich zu falten und trägt diese verschiedenartigen Duplikaturen auch auf die auf ihr liegenden Schichten des Malpighischen Körpers und der Oberhaut über. Durch diese Umwandlung wird sie zum Warzengewebe."

Huschke, welcher hiernach in einer Faltung und zwar in einer Faltung der äusseren Dermalschicht der Haut die Ursache der Reihengliederung des Papillarkörpers erblickt, schildert hierauf den Verlauf der Papillenreihen in der Vola manus grösstenteils im Anschluss an Purkinje in einer so eingehenden Weise, dass daraus leicht hervorgeht, auch er messe dieser Anordnung einen hohen morphologischen und physiologischen Wert bei. Seiner Schilderung zufolge laufen die Reihen am Anfange der Hand grösstenteils senkrecht, vorzüglich in der hohlen Mitte zwischen den beiden Ballen der Hand. Die zwischen der sogenannten Lebenslinie (Linea vitalis seu oppositionis pollicis) und dem Daumen gelegenen Reihen laufen parallel mit jener Linie und richten also die Höhlung des Bogens nach dem Daumen. In dieser Richtung setzen sie sich fort, über hundert an der Zahl konzentrisch nebeneinander gestellt, bis beinahe an das zweite Gelenk des Daumens, wo sie eine fast quere Stellung angenommen haben, die sich auch noch ein kleines Stück über die Gelenkfurche hinaus fortsetzt. Die in der Furche zwischen den beiden Ballen gelegenen Reihen steigen, indem sie die Glückslinie (Linea fortunae et honoris) zwischen sich nehmen, vorwärts herab zur Gegend des Zeigefingers und nehmen teil an der Bildung des ersten Fingerballens. Die an der Kleinfingerseite der Hohlhand (Hypothenar) befindlichen Reihen sind grösstenteils quer gelagert. Die obersten allein krümmen sich in die Hohlhandfurche herein, bilden mit ähnlichen des Thenar ein Dreieck und gehen als deren hinterste senkrechte Reihe herab. Hierauf folgt ein Doppelwirbel (Vortex duplicatus carpeus) gerade an der Stelle, wo der Palmaris brevis seine Lage und Insertion durch ein Grübchen am Ulnarrande anzeigt. Nicht selten findet man statt dieses Wirbels eine aufwärts oder abwärts gerichtete Tastwarzenbucht, oder es zieht sich auch eine schiefe Reihe durch die vielen queren hindurch. So setzen sich die fast quergestellten, nur wenig vorwärts herabsteigenden, aber weit schärfer

[1] Huschke, *Eingeweidelehre,* pag. 572.
[2] ibid. pag. 570.

als die des Daumenballens ausgeprägten Reihen fort bis zum Ende des zweiten Kleinfingergliedes herab und weiter. Bis zur Mitte der Hand schlingen sie sich vorwärts wieder in die Höhe, von da aber gehen sie abwärts zum zweiten Fingerballen und bilden zum kleineren Teil auch den dritten mit. Zwischen je zwei Fingern, oberhalb ihrer Spaltung liegt ein durch Fett zwischen den Digitationen der Aponeurosis palmaris und den Zwischenknochenmuskeln hervorgebrachter Ballen der Mittelhand (Tori metacarpei digitorum) und nur zwischen Daumen und Zeigefinger fehlt er beim Menschen, wenn man nicht den Daumenballen selbst hierher zählen will. Darauf sind die Tastwarzenreihen wirbel- oder buchtenartig zusammengedreht (Sinus obliqui metacarpei), am deutlichsten zwischen dem vierten und fünften Finger. Hier liegen etwa fünfzehn Reihen so zusammen, dass sie in der Mitte ein paar Schlingen bilden, die dann von immer weiteren und weiteren Bögen umgeben werden, deren Öffnung oder Höhlung abwärts sieht.

Als eine Andeutung von Tierbildung fasst Huschke den nach Purkinje nicht selten vorkommenden trapezoïden Fleck am Daumenballen auf, an welchem die Warzenreihen in querer Richtung zu den umgebenden gelagert sind. Was diejenigen Warzenreihen betrifft, welche gerade oberhalb (proximalwärts) der Finger gelegen sind, so bilden dieselben mehr quere Bögen, etwa zehn bis zwölf, deren Höhlung am dritten und vierten Finger abwärts sieht, während die Reihen am Zeigefinger schief rückwärts und am kleinen schief vorwärts herabsteigen. Da diese mehr queren Linien mit den mehr senkrechten der Fingerballen zusammenstossen, so entsteht oberhalb jedes Fingers eine Figur wie eine kleine Fontanelle oder ein Dreieck, dessen Scheitel aufwärts gekehrt ist, $^1/_2$ Zoll über dem Zeigefinger, $^1/_4$ Zoll über dem Gelenk des Mittelfingers, entfernter wieder am Ringfinger und noch mehr am kleinen.

An der ersten Phalanx des dritten bis fünften Fingers steigen die Reihen schief von der Ulnarseite nach der Radialseite abwärts (distalwärts), am Daumen und Zeigefinger dagegen von der Radialseite nach der Ulnarseite, an der zweiten Phalanx des zweiten bis vierten Fingers sind sie in der oberen Hälfte nach aufwärts hohl, in der unteren nach abwärts. Am fünften laufen sie schief von der Ulnarseite zur Radialseite abwärts. — Am ausführlichsten geht Huschke ein auf die Warzenreihe des Nagelgliedes (das Nagelbett). Die Volarseite von jedem hat bekanntlich ihren Ballen, welchen Huschke den Tastballen (Torus tactus digitalis) nennt, da wir mit dieser Stelle vorzugsweise zu tasten pflegen. Diese Ballen sitzen alle nicht ganz auf der Mitte der Volarfläche, sondern näher dem Ulnarrande zu.

Ebenso verhält es sich mit den Warzenreihen, sie sind zwar oberwärts quer, zum grössten Teile aber vom Radial- und Ulnarrande abwärts gegen die Mitte der Volarseite und gegen einander laufend, allein dabei überwiegen die Reihen der Ulnarseite. Diese stellen in der Regel eine schief gekrümmte, elliptische Bucht (Sinus obliquus) dar, die oberwärts am Ulnarrande sich öffnet und deren Längsachse schief vorwärts herabläuft. Die innersten Reihen einer Bucht sind Schleifen.

Allmählich werden die vierzig konzentrischen Bögen, die aufeinander bis zur Nagelspitze folgen, immer weiter, setzen sich ununterbrochen von dem Radialrande herüber zum Ulnarrande fort und kehren ihre Wölbung abwärts. Da endlich oberwärts quere, an der Radialseite schief rückwärts (ulnarwärts), an der Ulnarseite schief vorwärts (radialwärts) verlaufende Reihen liegen, so bildet sich zwischen diesen dreierlei Reihen ein kleines Dreieck (Triangulum tori tactus), dessen Spitze aber abwärts sieht, wie die des Dreiecks am Mittelhandballen aufwärts. Jene elliptische schief nach dem Radialrande herablaufende Bucht findet sich auch an der Volarseite des Nagelgliedes des Daumens, ist aber geschlossen und bildet also eine Ellipse oder Spirale. Am Zeigefinger sieht Purkinje sehr häufig den Scheitel der schiefen Bucht nicht wie an den übrigen Fingern nach dem Radialrande, sondern nach dem Ulnarrande herab. Auch soll häufig der Ringfinger, wenn an den andern Fingern die schiefe Bucht oder überhaupt einfachere Formen vorkommen, eine zusammengesetztere Figur haben.

Huschke, dessen teilweise übrigens einer Verbesserung bedürftigen Ausführungen ich bis hierher zum grössten Teil mit des Autors eigenen Worten gefolgt bin, beschreibt hierauf die nach Purkinje vorkommenden Variationen der Warzenreihen an den Fingerspitzen und bestätigt dieselben. Solcher Formverschiedenheiten finden neun Erwähnung, die hier nur kurz benannt sein mögen:

1. Die queren Bögen (Flexurae transversae), 2. der mittlere Längenstreif (Stria centralis longitudinalis), 3. der schiefe Streif (Stria obliqua), 4. die schiefe Bucht (Sinus obliquus), 5. die Mandel (Amygdalus), 6. die Spirale (Spirula) 7. die Ellipse (Ellipsis), 8. der Kreis (Circulus) 9. der Doppelwirbel (Vortex duplicatus).

Engel bemerkt über die Entstehung der Papillenreihen an Hand und Fuss das Folgende:

„Die Hautpapillen entstehen durch eine Furchung des Corium und zwar genau innerhalb der eben beschriebenen aus der ersten Entwickelung des Handkeimes hervorgegangenen Abteilungen. So viele ursprüngliche Abteilungen daher vorhanden waren, so viele Systeme von Papillen gibt es und die Richtung der Hautpapillen wird im allgemeinen durch die Form jener primären Abteilungen angegeben und vorgezeichnet."

Engel schildert darauf den Verlauf der Papillenreihen und spricht sich dahin aus, dass die Reihen, welche seine „Hauptfelder" ausfüllen, an den Grenzen dieser den Konturen derselben parallel laufen. „Sind daher diese Felder von parallelen Konturen begrenzt, so laufen auch die Papillenreihen alle oder fast alle parallel. Sind aber die Konturen dieser Hauptfelder nicht parallel, so sind nur die äussersten Papillenreihen diesen Konturen gleichlaufend. Die von den Konturen der Hauptfelder entfernteren Partieen aber befolgen eine andre in verschiedenen Feldern verschiedene Richtung."

Ich muss es mir versagen, auf die Gründe einzugehen, welche Engel zur Aufstellung seiner Haupt- und Nebenfelder bewogen haben. So sehr man den Bestrebungen von Engel Anerkennung zollen muss, die Anordnungs-

weise der Papillenreihen durchaus auf entwickelungsgeschichtliche Grundlage zu stellen, so ist die Methode der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung im allgemeinen und darum auch unsers Gegenstandes im besonderen gegenwärtig allzuweit vorgeschritten, als dass uns die damaligen, zum Teil etwas gekünstelten Anschauungen noch befriedigen könnten. Viel einfacher und sicherer, als es damals möglich erscheinen konnte, gestaltet sich für unsre gegenwärtigen Hilfsmittel die Auflösung dieser früherhin so rätselhaften, sonderbaren und selbst mit abergläubischen Vorstellungen betrachteten Bildungen. Es sind für uns keine neuen Gesetze zur Erklärung derselben heranzuziehen, es genügen vielmehr dieselben Gesetze zur Erklärung der fraglichen Strukturen, welche dem Organismus als Ganzem seine erste Form gaben und seine folgenden Formveränderungen hervorriefen. Dass dies der Fall ist, erweckt in uns schon von vornherein eine gewisse Zuversicht und lässt darauf vertrauen, dass wir uns auf dem rechten Wege befinden.

Über die Entwickelungsgeschichte der Haut finden wir noch bei Kölliker[1] folgende Angaben:

Die äussere Haut entwickelt sich von zwei Keimblättern aus, vom äusseren und mittleren. Der vom äusseren Keimblatt stammende Anteil hat den Namen Hornblatt. Die oberflächliche Schicht des mittleren Keimblattes, welche den zweiten Teil der Haut zu bilden hat, heisst Hautplatte. Aus dem Hornblatt geht die Epidermis hervor und alle epidermalen Teile der Nägel, Haare, Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stacheln, Federn, Schuppen u. s. w; ferner die Drüsenzellen aller Hautdrüsen. Die Hautplatte dagegen liefert die bindegewebigen und muskulösen Teile der Haut und Hautorgane, während die Gefässe und Nerven von der Tiefe aus in dieselbe hineinwachsen. Die Epidermis des Menschen besteht im ersten Monat im allgemeinen aus zwei Zellenlagen. Die äussere Lage besitzt zierliche zart konturierte, polygonale Zellen von 27—45 μ Durchmesser mit runden Kernen. Unter derselben zeigen sich in einfacher zusammenhängender Schicht kleinere Zellen von 6,8—9,0 μ mit runden Kernen von 3,4—4,5 μ als erste Andeutung der Schleimschicht. Beide Lagen sind von der ebenfalls in der ersten Bildung begriffenen Lederhaut kaum zu trennen. Bei etwas älteren Embryonen (von 6—7 Wochen) sind zum Teil die Verhältnisse ganz die geschilderten, zum Teil ist die äussere Zellenschicht wie im Absterben begriffen, mehr einer homogenen Membran gleich mit verwischten Zellenkonturen und undeutlichen Kernen, während unter ihr eine neue ähnliche Schicht nur mit kleineren Zellen sich heranzubilden scheint. Bei Embryonen von 15 Wochen ist die Oberhaut 22—27 μ dick und aus zwei oder drei Lagen von Zellen gebildet. Die äussersten Zellen sind wie die vorher erwähnten beschaffen und werden bei manchen Embryonen noch von dem besprochenen fast strukturlosen Häutchen überzogen. Noch immer folgen höchstens zwei Lagen dicht gedrängt stehender kleiner rundlicher Zellen von 6,8—9,0 μ mit

[1] Kölliker, *Handbuch der Entwickelungsgeschichte.* pag. 768.

Kernen von 4,5—6,8 μ entsprechend der Schleimschicht, welche auch hier mit der Kutis fest vereinigt sind und ungefähr die Hälfte der Dicke der Oberhaut betragen. Im fünften Monate bestand die Schleimschicht aus mehreren Lagen kleinerer Zellen, von denen die untersten schon länglich werden und senkrecht stehen. Die Hornschicht zeigte mindestens zwei Lagen polygonaler, glatter Zellen mit runden Kernen. Im sechsten Monat besteht die Oberhaut überall aus vielen Zellenlagen. Die eine oder zwei äussersten derselben führen kernlose Hornplättchen, dann folgen drei bis vier Lagen polygonaler Zellen, endlich eine Schleimschicht mit wenigstens drei oder vier Lagen rundlicher Zellen, von denen die untersten etwas länglich sind und senkrecht auf der Kutis stehen. Im siebenten Monate sind beide Epidermislagen scharf von einander geschieden, gerade wie beim Erwachsenen und ihre Elemente denen der ausgebildeten Haut gleich. Beim Neugeborenen lassen sich noch weniger Eigentümlichkeiten auffinden, ausgenommen, dass die Haut durch Maceration viel leichter als beim Erwachsenen von der Lederhaut sich löst. Bei Neugeborenen fanden sich auch schon die gekörnten Zellen von Langerhans in den obersten Lagen des Rete Malpighii. Am Schlusse seiner bezüglichen Schilderung der Entwickelung der Oberhaut erkennt Kölliker nicht die Unvollständigkeit des gegebenen Bildes. Als mangelhaft gekannt hebt er insbesondere hervor die erste Anlage des Hornblattes, sowie die Ausdehnung der Oberhaut in die Fläche und ihre Verdickung. Bei menschlichen Embryonen aus dem Anfang des zweiten Monats fand Kölliker die ganze Haut, einschliesslich der Oberhaut 13—22 μ dick. Die Kutis, die von der Oberhaut, namentlich dem Stratum Malpighii derselben nicht wohl zu trennen war, zeigte sich von Erhebungen an ihrer äusseren Seite noch vollständig frei. Sie bestand durch und durch aus Zellen, von denen die einen rundlich sind und an die Oberhaut erinnern, die Mehrzahl jedoch bereits spindelförmig erscheint und längere Kerne enthält. Ausserdem glaubt Kölliker ein zartes, strukturloses Häutchen, welches leicht Falten bildet, nicht elastisch ist und ganz an die Linsenkapsel erinnert, zwischen Kutis und Oberhaut verlegen zu dürfen, um so mehr, da er auch bei älteren Embryonen bestimmte Andeutungen eines solchen Gebildes wahrgenommen hatte. Er betrachtet dasselbe als eine Art Ausscheidungsprodukt der Oberhautzellen und setzt es den Membranis propriis in den Drüsen und im besonderen der strukturlosen Haut der Schweissdrüsen und Haarbälge an die Seite. Im dritten Monate konnten deutlich zwei Lagen, nämlich das Unterhautzellgewebe und die eigentliche Lederhaut unterschieden werden. Im vierten Monate bemerkte Kölliker das erste Auftreten der Leistchen der Handfläche und Sohle in Gestalt niedriger an der Hand 36—45 μ breiter Erhabenheiten. Im fünften Monate besassen dieselben eine Breite bis zu 54 μ, eine Höhe von 36—45 μ. Im sechsten Monate entwickelte sich die Haut mächtiger und erreicht eine Dicke von 1,3—1,5 mm., von denen 0,63 mm. auf die eigentliche Lederhaut kommen. An der Aussenfläche der letzteren erschienen jetzt an Hand und Fuss die ersten Spuren

der Papillen als kleine warzenförmige Erhebungen, die in zwei Reihen auf den Leistchen stehen und in bezug auf den feineren Bau aus jungem Bindegewebe zusammengesetzt sind. Das Unterhautzellgewebe trat jetzt über den ganzen Körper als Fetthaut auf. Von nun an entstehen in der Haut keine neuen Gebilde mehr, sondern die schon vorhandenen entwickeln sich weiter. — Die erste Anlage der Wollhaare und ihrer Scheide versetzt Kölliker wie Valentin an das Ende des dritten oder in den Anfang des vierten Monates. Stirn und Augenbrauen sind diejenigen Stellen, an welchen die Anlagen zuerst auftreten. Die Schweissdrüsen findet Kölliker zuerst im fünften Monat des Embryonallebens und zwar in einer solchen Gestalt, dass sie nur mit dem Mikroskop sich entdecken lassen. Sie sind ursprünglich nichts andres als ganz solide Auswüchse des Stratum Malpighii der Oberhaut und gleichen den ersten Anlagen der Haarbälge fast vollkommen mit der einzigen Ausnahme, dass erstere senkrecht und letztere schief gerichtet sind.

Die im Vorausgehenden gegebene Zusammenstellung gibt uns ein gedrängtes Bild von dem Standpunkte, welchen die Forschung über die Verhältnisse des Papillarkörpers sowohl im ausgebildeten, als auch im werdenden Zustande, welche beide gleichzeitig berücksichtigt werden mussten, gegenwärtig einnimmt. Ich wende mich nunmehr zu meinen Untersuchungen.

Neue Beobachtungen.

Die als entwickelungsgeschichtlichen Objekte verwendeten menschlichen Embryonen sind solche verschiedenen Alters. Der jüngste derselben gehörte dem zweiten, der nächstältere dem dritten zum vierten, der darauffolgende Embryo dem fünften Monate an. Die übrigen Objekte waren Neugeborene. Sämtliche Embryonen befanden sich, als sie in meine Hände gelangten, in so wohlerhaltenem Zustande, dass sie allen Anforderungen entsprachen. Um auch von Erwachsenen unversehrtes Gewebe für mikroskopische Zwecke benutzen zu können, wurde ausschliesslich frisches chirurgisches Material zur Untersuchung verwendet.[1] Die nach geschehener Geburt oder Amputation sofort in meine Hände gelangten Früchte oder Körperteile wurden alsbald in eine $^1/_3$ prozentige Lösung von Chromsäure eingelegt und in derselben verschieden lange Zeit, zumeist zwei Tage gelassen. Darauf gelangten sie in verdünnten und endlich in starken Weingeist, in welchem sie bis zur Herstellung mikroskopischer Schnitte verblieben. In derselben Weise behandelte ich auch die zur Ergänzung notwendigen übrigen Objekte, nämlich Embryonen von Säugetieren u. s. w.

Wie im vorhergehenden Abschnitt, so werde ich auch im vorliegenden die Hauptsätze der Reihe nach anführen und die Begründung jedes einzelnen unmittelbar folgen lassen. Zunächst aber sei es gestattet, an der Hand mehrerer Figuren unserer Tafeln auf gewisse Verhältnisse der Haut der

---

[1]) Für die Überlassung der betreffenden Objekte fühle ich mich Herrn Geheimrat Credé sowie Herrn Geheimrat Thiersch in Leipzig zu besonderem Danke verpflichtet.

menschlichen Hand die Aufmerksamkeit zu richten. Wenn die jetzt zu betrachtenden Endstadien scharf gezeichnet dem Auge sich darbieten, so werden die entwickelungsgeschichtlichen Vorgänge besser verständlich und leichter darstellbar sein.

In Fig. 9 ist ein kleiner Bezirk intakter Haut des Neugeborenen, mit dem Prisma bei auffallender Beleuchtung und 32facher Vergrösserung aufgenommen, dargestellt. Das Hautstück gehört der Fingerbeere des Zeigefingers an und wurde von dem in Chromsäure gehärteten Finger abgenommen. Wir erblicken die Reihenfolge der ungefähr einander parallel laufenden Furchen (f), die dazwischen gelegenen Riffe (r) und in gewissen gegenseitigen Abständen die Pori sudoriferi (s). Die Stellung der Pori eines Riffes zu denjenigen des benachbarten Riffes ist einigermassen wechselhaft, insofern sie weder in streng parallelen Querlinien durch die verschiedenen Riffe ziehen, noch auch die Pori eines Riffes zwischen denjenigen des benachbarten Riffes liegen. Der gegenseitige Abstand der Pori eines Riffes ist ungefähr gleich der queren Entfernung der Pori benachbarter Riffe.

Fig. 10 stammt von der entsprechenden Fingerhaut des Erwachsenen und ist mit derselben Vergrösserung aufgenommen. In einem gleichgrossen Hautbezirk, welcher beim neugeborenen Menschen fünf Riffe einschliesst, finden sich beim Erwachsenen nur deren zwei vor. Ein Riff des Neugeborenen muss sich also zweiundeinhalbmal der Quere ausdehnen, um die Breite des Riffes des Erwachsenen zu erhalten. Eine ähnliche Ziffer (zwei bis zweiundeinhalb) erhalten wir für den Längenabstand der Pori.

In Fig. 29 ist nach Engel[1] — mit einigen Verbesserungen im Gebiete der Tastballen 2. Ordnung — die Anordnung der Riffe und Furchen der Hand verkleinert wiedergegeben. So beständig man auch an seiner eigenen Hand das Original einer ähnlichen Anordnung besitzt, so selten kommt es vor, dass derselben irgend eine Aufmerksamkeit gewidmet wird. Mit Unrecht vielleicht fehlt selbst in unsern gebräuchlichsten Handbüchern der Anatomie eine bezügliche Darstellung. Eine gewisse Bedeutung und wäre es ausschliesslich nur eine morphologische, ist jener Gesamtordnung entschieden nicht abzusprechen. So sagt Purkinje[2] mit Recht:

„ast in organo tanti momenti quemadmodum manus humana est, quae non modo diversissimis motibus, sed praecipue sensui tactus inservit, nulla inquisitio adeo minuta esse poterit, quae in ulteriori hujus organi cognitione grati quidpiam non afferat."

Ebenso verhält es sich mit dem fast durchgehenden Mangel von Abbildungen der Eschrichtschen Haarströme. —

Nach ihren morphologischen Beziehungen kommen die Hautriffe, wie sich zeigen wird, überein mit den Hirnwindungen; man kann sie dement-

---

[1] Engel, *Die Entwickelung der menschlichen Hand.* Berichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien; mathemat.-naturwissenschaftl. Klasse, B. XX, pag. 261 ff.

[2] Purkinje, *Commentatio de examine physiologico ct.*, pag. 43.

sprechend geradezu **Hautgyri, Gyri cutanei** nennen. Wie dort auf eine Gyrifizierung des Gehirnteils der Medullarplatte, so stossen wir in der Volarfläche der Hand und der Plantarfläche des Fusses und an andern bekannten Orten (Papilla foliata der Zunge, Greifschwänze von Affen) auf eine Gyrifizierung des Hornblattes, oder sagen wir zunächst allgemeiner auf eine Gyrifizierung der Haut. Die Gyri beider Örtlichkeiten gehören hiernach dem äusseren Keimblatt an. Es unterliegt die Gyrifizierung der Haut, die nur an den feinfühligsten Stellen auftritt, denselben Gesetzen, wie die Gyrifizierung des Gehirns. Ich glaube dieses Verhältnis betonen zu müssen und wird im folgenden noch genauer hiervon die Rede sein.

Weiterhin lenke ich die Aufmerksamkeit auf die Figuren 12 und 13. Beide Figuren sind nach photographischen Aufnahmen lithographiert worden. Figur 13 stammt von der Fersenhaut des erwachsenen Menschen und stellt ein Stückchen Epidermis der Fersenhaut von der dem Papillarkörper zugewendeten Fläche dar. Das Präparat war durch Aufbewahrung und Maceration des ganzen Fusses in verdünntem Spiritus erhalten worden. Die Epidermis der Planta pedis konnte in grösster Ausdehnung und ohne Schwierigkeit von der Lederhaut abgehoben werden, soweit sie sich nicht bereits spontan abgelöst hatte. Man erkennt bei f und in allen übereinstimmenden Stellen der Figur die den Furchen der Lederhaut entsprechenden Epidermisleisten. Zwischen denselben befinden sich in der Form siebförmiger Durchlöcherung äusserst zahlreiche kleinere und grössere dunkle Felder, welche für die Aufnahme der Lederhautpapillen bestimmt waren.

Im wesentlichen lassen sich zwei Hauptreihen solcher Felder unterscheiden; zwischen ihnen in der Mitte des Abstandes der einzelnen Epidermisleisten (f) erkennt man etwas gröbere Maschen epidermalen Gewebes mit Poren, welche den abgerissenen Ausführungsgängen der Schweissdrüsen entsprechen, zum andern Teil aber ebenfalls auf Coriumpapillen bezogen werden müssen.

Die Figur 13 verhält sich zu Figur 12 wie die Gussform zum Ausguss. Doch stellt Figur 12 nicht einen Teil des Papillarkörpers des Fusses, sondern einen solchen der Fingerbeere dar und gehört ebenfalls dem erwachsenen Menschen an. Die Herstellungsweise des Präparates ist dieselbe wie die des vorhergehenden, nur hatte sich zur reinlichen Ablösung der Epidermis von der Lederhaut noch ein kurzdauerndes Abbrühen in Wasser notwendig gemacht. Die Vergrösserung ist dieselbe.

Man erkennt in den dunkeln Strassen zwischen den Doppelreihen der Papillenfelder leicht die zwischen den Riffen gelegenen Sulci interpapillares (HUSCHKE). Ebenso tritt der Reichtum des Papillarkörpers an einzelnen Papillen auf das deutlichste hervor. Jede Doppelreihe schliesst nun selbst wieder eine Furche ein, die an Breite allerdings weit geringer ist als die zwischen den Doppelreihen gelegenen Sulci interpapillares. Zur Unterscheidung von letzteren schlage ich vor, die innerhalb einer jeden Doppelreihe selbst verlaufende schmale Furche, da die letzten Enden der Canales sudori-

feri dieselbe durchsetzen, als Sulcus sudoriferus seu canalisatus der Lederhaut zu bezeichnen (Fig. 12 si u. ss).

In Figur 15 und 16 sind Querschnitte abgebildet durch die dritte und zweite Gelenkfurche der Fingerhaut. Innerhalb des Gebietes der Gelenkfurchen sind die Papillen, Beobachtungen an einer grossen Zahl von Schnitten zufolge, sowohl spärlich vorhanden, als auch nicht selten in ihrer Form verändert. Sie sind zumeist niedriger, unregelmässig gestaltet und nicht selten zusammengesetzter Art. Dass sie überhaupt fehlen, konnte ich nicht bestätigen.

An diesen Überblick über die Verhältnisse der Papillenanordnung in der Hand schliesse ich nunmehr die Hauptergebnisse an, zu welchen meine Untersuchung der Entwickelung des Papillarkörpers gelangt ist.

1. Satz.

Die ersten Veränderungen, welche an der Hohlhand des menschlichen Fötus, auf die ich die Aufmerksamkeit zuerst konzentriere, vor sich gehen, beziehen sich auf die Drüsenproduktion. Während die Epidermis der Hohlhand Monate hindurch an ihrer äusseren und inneren Oberfläche eine glatte Begrenzung dargeboten hatte, erfolgt mit verhältnismässig grosser Schnelligkeit die erste Anlage sämtlicher Schweissdrüsen, die sich auf diesem Bezirke vorfinden. Diese erste Organbildung in der Haut der Hohlhand, die wie schon erwähnt im vierten Monate des Fötallebens stattfindet, geht nicht hervor aus einer unmotivierten Wucherung der bis dahin rein in die Fläche und Dicke wachsenden Membran, sondern ich nehme für diese Drüsenproduktion dasselbe Prinzip in Anspruch, welches oben für die Hautdrüsen von Triton entwickelt worden ist. Dies ist der Seitendruck der in ihrer Keimschicht aktiv sich ausdehnenden Epidermis selbst. Entstehung, Regelmässigkeit der Verteilung und Gleichzeitigkeit des Auftretens aus einem bestimmten Hautbezirk finden durch dieses Prinzip in gleicher Weise ihre Erklärung.

Begründung:

Wenn man auch als entferntere Ursache der Organbildung die Vererbung betrachten kann, so ist damit für das Verständnis noch wenig erreicht. Vielmehr müssen wir uns zu diesem Zweck nach den unmittelbar wirksamen Ursachen umsehen. Als unmittelbar wirkende Ursachen sind aber diejenigen physikalischen und chemischen Mittel zu betrachten, durch welche die Vererbung ihre Ziele erreicht. Diese näheren Ursachen sind auf dem Gebiete der Haut teilweise so leicht zugänglich, ja augenfällig, dass sie, wenn man sie überhaupt kennen zu lernen wünscht, gar nicht übersehen werden können. Man konnte zunächst daran denken, chemische Differenzierungen innerhalb der Epidermis seien der Ausgangspunkt, von welchem die Drüsenproduktion der Haut erfolgt. Die Drüsen der Epidermis wären in dieser Hinsicht gewissermassen Abscheidungen von den übrigen Bestandteilen der Epidermis zu vergleichen. Ein solcher Nachweis ist indessen mit Schwierigkeiten verbunden,

obgleich die thatsächliche Existenz einer chemischen Differenz nicht von der Hand gewiesen werden soll. Leichter gelingt es, chemische Unterschiede innerhalb der Zellen der bereits angelegten Drüsen aufzufinden. Es genügt in dieser Beziehung auf die grossen Hautdrüsenzellen des Triton hinzuweisen. Als dasjenige Mittel dagegen, welches sich uns für die Erklärung der Drüsenbildung der Haut auf Grundlage der im ersten Abschnitt an der Haut des Triton gewonnenen Erfahrung ganz von selbst darbietet, ist die aktive Ausdehnung der Epidermis nach den verschiedenen Richtungen des Raumes zu erachten. Als Beweise einer vor sich gehenden Ausdehnung der Epidermis können angeführt werden:

a) die zahlreichen Teilungen der Zellen in den verschiedenen Lagen der Keimschicht der Epidermis, insbesondere der unteren Lagen in Ebenen, welche den verschiedenen Richtungen des Raumes entsprechen;

b) die durch den Seitendruck, der innerhalb der wachsenden Epidermis vorhanden ist, hervorgebrachte bestimmte Form der einzelnen Zellen der unteren Zellenlage der Keimschicht. Schon an unsern Figuren 1—8 von der Epidermis des Triton ist aus der Form der Kerne im allgemeinen erkennbar, welche Form und Stellung den zugehörigen Zellen zukommt. Weit deutlicher jedoch tritt dies hervor an unsrer Figur 24, welche nach einem Längsschnitt durch den Zeigefinger eines dreimonatlichen menschlichen Fötus gezeichnet ist. Die Epidermis zeigt drei Zellenlagen. Die untere Zellenlage, die sogenannten Basalzellen (b) ist durch längliche Kerne ausgezeichnet, welche dicht neben einander gelagert und mit ihrer Längsachse senkrecht zur Oberfläche gestellt sind. Den basalen Zellen selbst kommt eine hochcylindrische Form zu.

In unsrer Figur 24 hat, wie schon aus dem Alter des Embryo hervorgeht, die Schweissdrüsenbildung noch nicht begonnen. Es wäre nun irrtümlich, die hochcylindrische Form der Basalzellen allein von den zahlreichen Teilungen abzuleiten, welchen diese Zellen in der That unterworfen sind. Dass ein Seitendruck an der gegebenen Form der Basalzellen beteiligt ist, darüber wurde in Abschnitt II bereits ausführlich gehandelt und beziehe ich mich hier auf die dort gegebene Auseinandersetzung.

In welcher Weise nun der nachgewiesene Seitendruck innerhalb der wachsenden Epidermis zur Entstehung der Schweissdrüsen Veranlassung geben kann, ist in Figur 11 schematisch dargestellt. Die von einer Seite zur andern gerichteten Pfeile nämlich deuten den in der Breitenrichtung vorhandenen Druck an, während die senkrecht dazugestellten Pfeile dem vorhandenen Längendruck entsprechen.

Die Sterne der Figur erscheinen dagegen als diejenigen Punkte, an welchen ein Ausweichen der Zellenmassen der Keimschicht, insbesondere ihrer basalen Lage, in die Tiefe stattfindet. Das Ausweichen in die Tiefe ist einerseits bedingt durch die überwiegende Spannung der basalen Lage, anderseits durch die Behinderung derselben, mit gleicher Leichtigkeit nach aussen durchzubrechen, indem sich hier der Widerstand der äusseren Lage, insbesondere der Hornschicht, geltend macht. Der Widerstand, welchen die unterhalb

der Epidermis liegende jugendliche Bindesubstanz um diese Zeit zu bieten vermag, darf wohl nur als ein minimaler in Anschlag gebracht werden. Durch diese Erklärungsweise der Drüsenproduktion erhalten wir zugleich ein Verständnis für mehrere andere sich anschliessende Erscheinungen. Zunächst findet hierdurch die überraschende Gleichzeitigkeit, sowie die Regelmässigkeit im Abstand der einzelnen Drüsen von einander ihre einfachste Erklärung. Es erklärt sich ferner ein andres Vorkommnis in der Anlage der Schweissdrüsen, welches allerdings bei der Anlage von Haaren viel stärker ausgeprägt sein kann, nämlich eine gleichzeitige Vorwölbung der Epidermis nach aussen an der Stelle, an welcher die Drüsenanlage (Haaranlage) stattfindet. In solchen Fällen deutet ein kleinerer äusserer Hügel die Stelle der Einstülpung der tiefen Zellenlage an. Es bedarf kaum einer Bemerkung, dass der erwähnte äussere Hügel bedingt ist durch ein gleichzeitiges leichtes Ausweichen der äusseren Zellen nach aussen, während die Einstülpung der unteren Schichten nach innen statt hat.[1]

Noch auf einen andern Punkt sei es gestattet hier den Blick zu wenden, da er derselben Reihe von Erscheinungen angehört. Ich meine die bekannten spiraligen Windungen der Canales sudoriferi späterer Stadien innerhalb der Epidermis. Diese Krümmungen gehen offenbar hervor aus einem fortgesetzten Längenwachstum des Ausführungsganges, während sich unterhalb der Epidermis, welche bekanntlich langsam in die Dicke wächst, der geradlinigen Ausdehnung des Ausführungsganges ein Widerstand entgegenstellt. Für eine Ausbiegung des Ausführungsganges innerhalb der Epidermis in einer einzigen bestimmten Ebene liegt keine Veranlassung vor. Ist aber eine besondere Ebene, in welcher die Ausbiegungen erfolgen könnten, nicht bevorzugt, so erscheint die Spirale als der einfachste Weg, das Bedürfnis zu decken. Nahe liegt es, auch die Aufknäuelung des Drüsenkörpers am entgegengesetzten Ende der ganzen Anlage auf ein Längenwachstum zurückzuführen, welches durch das erstarkende Bindegewebe der Umgebung zu einer spiraligen Aufrollung auf engem Raume hingedrängt wurde.

Im Vorausgehenden wurde erwähnt, dass die Anlage sämtlicher Schweissdrüsen eines Bezirkes gleichzeitig stattfinde. Es ist notwendig, diesen Satz zu begründen. An medianen Längsschnitten durch den Zeigefinger eines vier- bis fünfmonatlichen Fötus, an welchem die Schweissdrüsenanlagen bereits ausgebildet waren, wurden Zählungen der Schweissdrüsen des dritten Fingergliedes vorgenommen, das Gleiche geschah an den Zeigefingern von Neugeborenen und Erwachsenen. Bei dem genannten Fötus ergaben sich Schweissdrüsenanlagen, bei den Neugeborenen und Erwachsenen Schweissdrüsen. Wie man erkennt, sind die Differenzen so äusserst gering, dass dieselben in den Breitegrad der natürlichen Schwankungen fallen. Die Zahlen beweisen hiernach, dass in späterer Entwickelungszeit als in der Periode der ersten Anlage keine neuen Nachschübe von Drüsenanlagen mehr folgen.

[1] Man vergleiche in dieser Beziehung die Auseinandersetzungen von Kölliker, *Entwickelungsgeschichte*, pag. 790 Anmerkung.

2. Satz.

Die Talgdrüsenbildung oder die vereinigte Haar- und Talgdrüsenbildung, welche an der Hand bloss auf ihrer dorsalen Fläche vor sich geht, steht unter der Wirkung des nämlichen Gesetzes, welches soeben für die Anlage der Schweissdrüsen entwickelt worden ist. Auch ist die Begründung die gleiche. Die mehr oder minder dichte Stellung der Schweissdrüsen und Haaranlagen würde hiernach abhängig sein von den physikalisch-chemischen Eigenschaften der sich ausdehnenden epithelialen Membran. Wir wissen, dass die erste Anlage eines Haares oder eine vereinigte Haar- und Talgdrüsenanlage derjenigen einer Schweissdrüse äussert ähnlich ist und dass nur die schiefe Richtung der Haaranlage letztere von ersterer anfänglich unterscheiden lässt. Man erkennt schon hieraus, dass gewisse feine Differenzen bereits im Zustandekommen der beiden Anlagen vorhanden sind. Immerhin genügt dies nicht, um zu erklären, wodurch es bedingt ist, dass in dem einen Fall ein Haar, in dem andern eine Schweissdrüse zur Ausbildung gelangt. Die Auffindung fernerer Unterschiede ist noch ein Objekt für künftige Untersuchung. Hierbei ist zu beachten, dass Schweissdrüsen und Haaranlagen auf einem bestimmten Hautbezirk zugleich zur Ausbildung gelangen können.

3. Satz.

Mit der Anlage der Drüsen der Hohlhand ist die Flächenausdehnung der Epidermis noch nicht zum Abschluss gekommen, vielmehr schreitet sie, durch die Drüsenanlage nur auf kurze Zeit zum Stillstand gekommen oder verringert, unaufhaltsam weiter. Das Produkt dieser fortschreitenden Ausdehnung ist aber nicht mehr die Anlage von Drüsen, sondern diejenige des Papillarkörpers, streng genommen die Anlage der epithelialen Hohlsprossen, welche den Papillarkörper allseitig umhüllen. Im Gegensatz zur Drüsenproduktion, welche in die Tiefe drang, beruht hiernach die Entwickelung des Papillarkörpers auf glockenförmigen Erhebungen der tiefsten Epidermisschichten nach aussen; die Richtungen beider Anlagen sind also entgegengesetzte. Der Papillarkörper selbst ist in Wirklichkeit nur der seiner Hauptmasse nach bindegewebige Ausguss des vielfältig ausgebuchteten bedeckenden Epithels. Selbst die innere Formung dieses bindegewebigen Ausgusses erfährt von seiten des deckenden Epithels eine gewisse Beeinflussung, wenn sie auch im wesentlichen nach eigenen Gesetzen verläuft.

Begründung:

Anfänglich der am weitesten verbreiteten Meinung huldigend, als ob der Papillarkörper durch eigene Aktion in das bedeckende Epithel eindringe und dasselbe an gewissen Stellen vor sich herschiebe, bin ich im Verlaufe einer grossen Zahl von Beobachtungen von dieser Annahme vollständig zurückgekommen. Ich glaube hinreichende Beweise beibringen zu können, welche entschieden dafür sprechen, dass auch hier dem Epithel die formbestimmende Aufgabe zufalle. Zunächst könnte es schon sonderbar erscheinen, dass das-

selbe Epithel, welches kurz zuvor aus eigener Kraft eine gewaltige Drüsenproduktion in das Dasein rief, nunmehr seine formbestimmende Rolle an die jugendliche, gefässhaltige Bindesubstanz abgegeben haben solle. Es scheint näher zu liegen, dem Epithel auch fernerhin eine formbestimmende Thätigkeit beizumessen. Um aber zu zeigen, dass eine Rollenvertauschung thatsächlich nicht stattgefunden hat, ist es notwendig, die sich im Gefolge der Drüsenbildung abspielenden formalen Vorgänge innerhalb der Epidermis und der Bindesubstanz im einzelnen in das Auge zu fassen. Das Erste, was an der Haut der Hohlhand und des Fusses, welche ja für die Untersuchung des Papillarkörpers vor allem in Betracht kommen müssen, nach geschehener Drüsenbildung sich bemerklich macht, ist das Auftreten der Leisten der Lederhaut und auf Grundlage derselben das Auftreten der Papillen selbst. Leisten, Papillen, sowie die zwischen ihnen gelegenen Furchen bilden ein zusammengehöriges Ganzes und unterliegen darum auch gemeinschaftlicher Beurteilung. Es wurde bereits oben erwähnt, dass die Leisten im vierten, die Papillen im fünften und sechsten Monat des Fötallebens sichtbar werden. Untersucht man nun die Haut einer Fingerbeere aus den erwähnten Stadien an Schnitten auf die feineren Verhältnisse, so geben sie alle ein übereinstimmendes Bild insofern, als sie sämtlich eine in lebhafter Wucherung begriffene Keimschicht der Epidermis, sowie eine pallisadenförmige Stellung der basalen Zellen zur entschiedenen Anschauung bringen. Einen deutlichen Beleg für dieses Verhältnis geben unsre Figuren 24—26, welche je einem Längsschnitt durch die Fingerbeere eines 3—4- und 5monatlichen menschlichen Fötus entnommen ist. Die bindegewebige Unterlage ist zart und weich, die Grenzlinie zwischen Epithel und Bindegewebe ist in Fig. 24 noch fast gerade. Bei dem 4monatlichen Fötus (Fig. 25) dagegen ist diese Grenzlinie bereits wellenförmig gebogen und lässt so die gerade in Entstehung begriffenen Drüsen (d, Fig. 25) und bei p, Fig. 26, die Papillenanlagen erkennen. In d, Fig. 26, haben wir die noch soliden oberen Abschnitte der schon in grössere Tiefe gewucherten Drüsenzapfen vor uns. Die Lage h entspricht dem Stratum corneum, k dem Stratum germinativum und b der basalen Zellenlage, von welch letzterer jedoch nur die aufrecht gestellten, länglichen, dicht aneinander gelagerten Kerne gezeichnet sind. Die Beschaffenheit des Epithels in Fig. 26 zeigt nun mit grosser Deutlichkeit auf das Fortbestehen derselben Druckverhältnisse hin, welche bereits die vorausgehenden Stadien (Fig. 25) auszeichneten. Wäre dagegen das unterliegende Bindegewebe die Ursache der in Fig. 25 u. 26 hervortretenden Ausbuchtungen des Epithels, hätte sonach das Bindegewebe an bestimmten Stellen das Epithel nach aussen vorgedrängt, so könnte in unmittelbarer Folge dieses Prozesses gerade umgekehrt kein hochcylindrisches Epithel an der Grenze beider Gewebe vorhanden sein, sondern es müssten notwendigerweise die basalen Zellen stark abgeplattete Formen aufweisen; denn allein letztere Form würde dem von untenher auf sie wirkenden Druck entsprechen.

Man könnte nun vielleicht einwenden, der vorhandene bindegewebige

und gefässhaltige Spross sei dennoch nicht so harmloser Natur, wie es den Anschein habe; vermögen doch bindegewebige, gefässhaltige Sprossen selbst Knorpel und Knochen zu erweichen und zum Untergang zu bringen, ansehnliche Kanäle in beide, verhältnismässig soviel härtere Gewebsarten zu bahnen. Nichtsdestoweniger wird man dies schwerlich als einen Einwand betrachten dürfen. Es würde als ein solcher gelten können, wenn auch im vorliegenden Epithel Zeichen von Auflösung besonders der tiefsten Zellenlage irgend bemerklich wären, oder wenn anderseits der gefässhaltige Spross Knorpel- und Knochensubstanz unmittelbar vor sich hertreiben würde. Weder das eine ist aber der Fall noch das andre; wir sehen im Epithel weder die Zeichen einer Auflösung noch die Zeichen einer Verdrängung und vermögen darum nicht zu der Annahme zu gelangen, dass eine aktive Thätigkeit der Bindesubstanz Leisten und Papillen den Ursprung gibt. Vielmehr zeigt eine vorurteilslose Erwägung der gegebenen Verhältnisse, die auch noch auf Messungen basieren könnte, dass in der That auch hier das Epithel als das formbestimmende Element anzusprechen sei. Wie dem Epithel bei der ersten Bildung des tierischen Körpers aus dem Ei der Hauptteil des gesamten Gestaltungsprozesses zufällt, so bewahrt dasselbe bis zu späten Entwickelungszeiten hinaus diese Fähigkeit. Dem Epithel wird hiermit weder für das Zustandekommen des Drüsenapparates der Haut, noch für die Formung des Papillarkörpers eine neue Thätigkeit zugemutet, sondern das Beharren auf altbekannten Bahnen. Vergegenwärtigen wir uns also die Vorgänge im Epithel, welche Leisten und Papillen zur Anlage bringen, so kann dies nur geschehen unter steter Berücksichtigung der fortdauernden Ausdehnungsbestrebungen der Keimschicht der Epidermis, insbesondere ihrer basalen Zellenlage. Unter gleichzeitiger Verdickung der Keimschicht im ganzen erhebt sich die Basalschicht in Form zahlreicher Falten über die alte Oberfläche. Sehr deutlich zeigt ein Vergleich der beiden mit gleicher Vergrösserung aufgenommenen Figuren 19 und 20 den Grad der allmählich vor sich gehenden Erhebung an, indem Figur 19 der Fingerhaut eines fünfmonatlichen Fötus, Figur 20 dagegen derjenigen eines sechsjährigen Knaben entnommen ist. Während des Emporwachsens des formgebenden epithelialen Mantels in Form von hohlen Zapfen und Kegeln blieben natürlich die betreffenden Hohlräume nicht unausgefüllt. Das lockere gefässhaltige Bindegewebe drang vielmehr in demselben Masse in die umstehenden Hohlräume ein, als dieselben sich allmählich vergrösserten. Es nahm Besitz von ihnen, um teils der ernährungsbedürftigen Keimschicht genügendes Material zuzuführen, ihr als Unterlage und Anheftungsmittel zu dienen, teils aber auch für sich selbst diejenigen Funktionen zu übernehmen, welche ihm im Inneren der Papille zufallen. Als eine solche Funktion tritt in den Vordergrund, das Material zu gewähren für den Aufbau der Tastkörperchen. In bezug auf letztere muss ich mich, um dies hier nur kurz zu erwähnen, nach zahlreichen Untersuchungen der in Frage kommenden Entwickelungsstadien, vollständig der Ansicht von Ranvier[1] anschliessen,

[1] Ranvier, *Nouv. rech. sur les org. du tact,* Comptes rendus 1880.

welcher das gesamte Zellenmaterial, das zum Aufbau der Tastkörperchen dient, insbesondere auch die Kolbenzellen, ausschliesslich vom mittleren Keimblatt, oder genauer gesagt von der Bindesubstanz ableitet. Dass die Kolbenzellen der Tastkörperchen, wie eine andre, an sich sehr interessante Vermutung lautet (IZQUIERDO-WALDEYER[1]), vom Hautepithel stammen sollen, indem Epithelzellen des Stratum germinativum in die Papillen einwuchern, dafür habe ich trotz sehr zahlreicher Präparate und ungeachtet besonders darauf gerichteter Aufmerksamkeit niemals auch nur eine Andeutung gefunden. Vielmehr schliesst die Basalzellenlage, soweit nicht etwa das Epithel bloss streifende Schnitte in Betracht kommen, von Anfang bis zu Ende vollständig scharf gegen das unterliegende Bindegewebe ab.

Nur die äussere Form des Papillarkörpers wird vom Epithel bestimmt, auf die innere Struktur der Papille hat das Epithel also nur einen untergeordneten Einfluss; doch tritt der letztere unverkennbar hervor an der Grenzfläche zwischen Epithel und Bindegewebe, insofern hier zwischen beiden Gewebsarten eine Verzahnung sich hervorbildet. Auch ist hier vielleicht an die spiraligen Drehungen zu denken, welche Blutgefässe und Fibrillenbündel innerhalb der Papillen zu zeigen pflegen. Es ist anzunehmen, dass der Anstoss zu jenen Drehungen bereits zur Zeit des Einzuges der Bindesubstanz in den Papillarraum gegeben wird, indem die epitheliale Kappe der bloss geradlinigen Ausdehnung der nun senkrecht auf die Oberfläche zustrebenden Blutgefässe und des umgebenden Bindegewebes einen gewissen Widerstand entgegenstellt.

Ganz anders als im Vorausgehenden entwickelt worden ist, fasst BOLL das Verhältnis zwischen dem Epithel und dem Bindegewebe während der Entstehung der Organe auf. Es ist um so notwendiger, auf seine Ansicht einzugehen, als es sich nicht leugnen lässt, dass dieselbe die am weitesten verbreitete Annahme über die Entwickelung des Papillarkörpers im wesentlichen wiederspiegelt. Seine Ansicht wird am besten aus folgenden Beispielen erhellen, da er sie selbst zu seiner Beweisführung benützt. So äussert er sich über die Entwickelung der Feder[2]:

„Aus dem Gefässnetz der Kutis, welches die für die Oberflächenorgane überhaupt charakteristische Anordnung zeigt, dringen einzelne besonders stark entwickelte Kapillarschlingen gegen die Epidermis vor und treiben diese an einzelnen Punkten papillenartig vor sich her, gleichzeitig in der Epithelschicht einen mehr intensiven Wachstumsvorgang anregend."

Vom Haar erwähnt BOLL das Folgende[3]:

„Beim Haar dringt die gefässhaltige Matrix nicht gegen einen Punkt, sondern gegen einen ringförmigen Bezirk der Epidermis vor und übt so auf die innerhalb dieses Ringes gelegenen Epithelzellen einen Seitendruck aus, der diese gegen die Matrix hin auszuweichen, d. h. sich einzustülpen veranlasst."

---

[1] IZQUIERDO-WALDEYER, *Archiv f. mikroskop. Anat.* 1880. Bd. 17 pag. 367.
[2] BOLL, *Das Prinzip des Wachstums* pag. 39.
[3] ibid. pag. 41.

Insbesondere nimmt BOLL seine Beweise von der wachsenden Lunge her, nämlich:

1. Die Blutgefässe sind so angeordnet, dass sie stets nur die Buchten und Thäler, niemals aber die Erhabenheiten der epithelialen Lungenanlagen berühren.

2. In der Nähe der Blutkapillaren ist die epitheliale Schicht verdünnt, entfernt von den Blutkapillaren verdickt.

3. Die Form und Richtung der Bindegewebszellen verhält sich derart, dass sie an den freien kolbig angeschwollenen Enden der epithelialen Lungenvorsprünge deutliche Spindelform besitzen und lang ausgezogen sind, indem sie sich mit ihrer Längsachse mehr oder weniger genau senkrecht zu der Längsrichtung des epithelialen Vorsprunges einstellen. An den Längsseiten der epithelialen Vorsprünge dagegen zeigen die Bindegewebszellen keine derartige vorherrschende Entwickelung nach einer Längendimension, sondern sind im allgemeinen gleichmässig nach allen Richtungen hin ausgebildet. In den Lungeneinschnitten verlaufen die Bindegewebszellen gerade gegen den tiefsten Grund derselben.

Die Entwickelung der Lunge wäre nach diesem Prinzip ein Kampf zwischen dem gegen die bindegewebige Grundlage vordringenden Epithel und den gegen das Epithel vordringenden gefässführenden Fortsätzen der bindegewebigen Grundlage, die Lunge selbst nicht das Resultat irgend eines rein einseitigen Entwickelungsprinzips, sondern eines Kompromisses zwischen zwei verschiedenen sich gegenseitig bestimmenden Prinzipien."

Im Gegensatze hierzu spricht sich KÖLLIKER über die Entwickelung der Lunge beim Menschen folgendermassen[1] aus:

„Die weitere Entwickelung der Lunge ist beim Menschen ebenso wie bei Tieren im ganzen leicht zu verfolgen und lässt sich im allgemeinen sagen, dass, während die Faserschicht fortwuchert, das innere Epithelialrohr hohle Aussackungen oder Knospen erzeugt, welche rasch sich vermehrend, bald in jeder Lunge ein ganzes Bäumchen von hohlen Kanälen mit kolbig angeschwollenen Enden erzeugen, von welchen aus dann durch Bildung immer neuer und zahlreicherer hohler Knospen endlich das ganze respiratorische Höhlensystem geliefert wird. Hierbei ist meiner Meinung nach das Epithelialrohr in erster Linie das Bestimmende und nicht, wie BOLL annimmt, die Faserhaut und ihre Gefässe; doch leugne ich keineswegs, dass nicht auch diese, durch die von ihr ausgeübten Widerstände auf die Gestaltung der einzelnen Teile einwirkt. Möglich, dass auch in späteren Stadien beide Momente sich ziemlich die Wage halten; dagegen wird niemand bestreiten können, dass bei der ersten Entstehung des Organes zu einer Zeit, wo die Gefässe noch ganz fehlen, dann bei der Entstehung der Luftsäcke der Vögel, das Epithelialrohr das wesentliche aktive ist."

Wie man aus dem Angegebenen erkennt, ist BOLL geneigt, die Papillen der Haut von einer Verdrängung des Epithels durch das Bindegewebe abzu-

[1] KÖLLIKER, *Handbuch der Entwickelungsgeschichte* pag. 863.

leiten. Ich vermag jedoch in keiner seiner Angaben einen stichhaltigen Grund zu erblicken, der mich veranlassen könnte, die im Früheren zu gunsten meiner eignen Ansicht vorgetragenen Beweise abgeschwächt zu finden. Ich habe vielmehr nur noch hinzuzufügen, dass meiner Ansicht gemäss auch die bindegewebige Papille des Haares, sowie der Zahnanlage (der Dentinkeim) keineswegs dadurch zu stande kommt, dass die bindegewebige Grundlage das Epithel papillenartig ausstülpt, sondern dass umgekehrt Wachstumsvorgänge innerhalb des epithelialen Haar- und Schmelzkeimes einen glockenförmigen Hohlraum bedingen, in welchen das Bindegewebe allmählich vordringt. Beispiele solcher Einstülpungen, die an die Form von Hohlpapillen durchaus erinnern, sind bekanntlich in den ersten Perioden der Entwickelung keine Seltenheit; ich erinnere nur an die Entstehung der sekundären Augenblase, an die Entstehung der Linse, sowie des Labyrinth- und Geruchgrübchens. Es verliert durch die Rücksichtnahme auf solche Beispiele der Vorgang der Einstülpung oder Erhebung der Epidermis bei Anlage der Haarpapillen u. s. w. vollständig das Auffallende, was er anfänglich zu haben scheint.

4. Satz.

Dem Epithel fällt nicht bloss die Formung des Papillarkörpers zu, sondern dieser Vorgang ist auch, weit entfernt ein regelloser zu sein, an gewisse Gesetze gebunden, welche die an vielen Orten so sehr hervortretende Regelmässigkeit der ganzen Anlage zur Folge haben. Alle besonderen, an sich regelmässigen, in verschiedenen Bezirken der Haut aber verschiedenartigen Erscheinungsweisen des Papillarkörpers — ich erinnere an den Papillarkörper der Hohlhand im allgemeinen, der Fingerbeere und des Nagelbettes im besonderen — lassen sich nämlich zurückführen auf das Vorwiegen einer bestimmten Ausdehnungsrichtung des Epithels einerseits, auf einen Konflikt verschiedener Ausdehnungsrichtungen anderseits. Insbesondere kommt in Betracht die Ausdehnung des Epithels nach der Längs- und Querrichtung des Körpers.

Begründung.

Man gelangt am leichtesten zur Anschauung derjenigen Vorgänge, welche zur Leisten- und Papillenbildung führen, wenn man den innerhalb der wachsenden Keimschicht der Epidermis vorhandenen Flächendruck in zwei, auf derselben Ebene sich einander senkrecht kreuzende Druckrichtungen zerlegt. Die eine dieser Richtungen entspricht dem in Wirklichkeit vorhandenen Längenwachstum, die zweite dem Breitenwachstum der Epidermis. Nehmen wir als Beispiel die Haut des ersten oder zweiten Fingergliedes, wo die Verhältnisse einfach liegen, so entspricht die eine Richtung des Druckes der Längsachse des Fingers, die andre der Querachse desselben. Stellen wir uns zunächst vor, es sei nach erfolgter Drüsenproduktion bloss ein in der Längsrichtung wirkender Druck vorhanden, so werden wir die Epidermis in zahlreiche quergestellte Fältchen von bestimmter Höhe sich zusammenlegen sehen. Ein Schema für diesen Vorgang gibt Fig. 17 a, in welcher man sämtliche

Linien als Ausdruck der basalen Zellenlage der Keimschicht betrachten möge. Es gleicht also das Produkt einer grossen Schar von Wellenbergen mit dazwischengelegenen Wellenthälern. Auch sekundäre Parallelreihen von Fältchen können auf diese Weise zur Entstehung gelangen. Das Schema für letztere liegt in Fig. 18 vor, welche eine von KÖLLIKER gegebene Abbildung eines Schnittes durch die Daumenbeere teilweise wiedergibt. Unserm Ausgangspunkte entsprechend haben wir die Wellenberge der Figuren 17 a und 18 keineswegs als Kegel oder warzenförmige Papillen zu betrachten, sondern als Querschnitte durch einander parallele Hohlleisten der Epidermis. Ein Bild solcher Parallelleisten gibt uns Fig. 23, in welcher sechs dieser Parallelleisten gezeichnet sind (1—6). Die Richtung der ausgezogenen quergestellten Pfeile deutet die Richtung des Druckes an, durch welchen die vorher flächenhaft ausgebreitete epitheliale Membran in die vorhandenen Faltenreihen gelegt worden ist. Da nun aber in Wirklichkeit innerhalb der sich ausdehnenden Epidermis nicht bloss Längsdruck vorhanden ist, sondern auch ein in derselben Fläche senkrecht darauf wirkender Breitendruck, so wird infolge der Wirkung des letzteren jede einzelne Querfalte in eine Anzahl von einzelnen Hohlpapillen zersplittert, die bis auf eine gewisse Tiefe eindringen. Das Schema für letzteren Vorgang gibt uns wieder Fig. 18, in welcher die Falte 1 durch einen Druck, der in der Richtung der punktierten Pfeile wirkte, in eine grössere Zahl von einzelnen niedrigen Papillen, die in Fig. 23 mit punktierter Wellenlinie angedeutet sind, zerlegt worden ist. Die Wirklichkeit weicht von unserm Schema nur dadurch ab, dass in letzterem des leichteren Verständnisses wegen Längs- und Querdruck zeitlich auseinandergehalten sind, während sie in Wahrheit zeitlich zusammenzufallen pflegen. Während in Fig. 23 durch die punktierte Wellenlinie nur der Beginn der Papillenbildung dargestellt ist, sehen wir in Fig. 17 b den Vorgang an seinem Ende angelangt. Letztere Figur nämlich ist einem Schnitte entnommen, welcher eine Papillenreihe des Erwachsenen parallel zu ihrer Verlaufsrichtung getroffen hat. Die vorliegende Wellenlinie steht hiernach senkrecht zu der in Fig. 17 a gezeichneten; denn letztere stammt aus einem Querschnitt durch eine Reihe verschiedener Leisten.

Dass in der That der beschriebene Vorgang der zutreffende sei, dafür gibt uns die Natur selbst ganz überzeugende Belege an solchen Hautbezirken, an welchen Längs- und Querdruck zeitlich auseinanderfallen, ebenso an solchen, wo eine Druckrichtung so sehr in den Vordergrund der Wirksamkeit tritt, dass die Wirkung der andern dadurch ausgelöscht oder mindestens an der Produktion besonderer Bildungen verhindert wird. Ein sehr instruktives Beispiel für ersteren Fall liefert uns die Haut der Vögel, ein nicht minder instruktives Beispiel für letzteren Fall zeigt uns das Nagelbett des Menschen.

In Fig. 22 a und b ist nach ENGEL[1] die Seitenansicht der Köpfe zweier

[1] ENGEL, Über Stellung und Entwickelung der Federn; *Berichte der kaiserl. Akademie d. Wissenschaften zu Wien, mathem.-naturwissenschaftl. Klasse.* 1856. B. XXII, pag. 376.

Vogelembryonen wiedergegeben, welche sich im Stadium der ersten Anlage ihres Federkleides befinden. Es liegt im Interesse der Sache, auf die Anschauungen ENGELS eingehender Rücksicht zu nehmen. Die Stellung der Federbälge ist, wie ENGEL hervorhebt, wie jene der Haarbälge äusserst regelmässig. Sie stehen meist in geordneten Reihen, die teils gerade, teils verschieden gekrümmte Linien darstellen, nach verschiedenen Richtungen streichen und sich zu mosaikartigen Feldern oder Figuren zusammensetzen, welche selbst wieder nach den verschiedenen Gegenden verschieden sind. Nach ENGEL hängt nämlich die Stellung der Federn mit den Furchungen zusammen, welche der Entwickelung jedes Körperteils vorausgehen. Durch diese Furchungen werden Abteilungen an der Oberfläche des Körpers begründet und jede dieser Abteilungen wird unabhängig von den andern mit Federn bewachsen. In jeder Abteilung entwickeln sich die Federbälge vom Rande gegen die Mitte; sie folgen den Konturen dieser Abteilungen um so mehr, je näher sie denselben gestellt sind. Wo sich eine Reihe von Federbälgen bildet, erscheint anfangs ein verdickter Streif; dieser zerfällt später in so viele Abteilungen als Federbälge entstehen. In je zwei dieser einander berührenden Streifen entwickeln sich die Federbälge abwechselnd, so dass immer ein Federbalg der einen Reihe zwischen zwei Bälge der andern Reihe passt. Dadurch entstehen die mannigfachsten ineinander verschlungenen geometrischen Figuren. —

Aus der grossen Reihe von Figuren, welche der vortrefflichen Abhandlung ENGELS beigegeben sind, habe ich nur die beiden erwähnten (Fig. 22 a und b) für unsern Zweck ausgewählt, da sie genügen, um eine exakte Vorstellung der Vorgänge zu gewähren, die hier in Frage kommen. Doch sind auch die übrigen ENGELschen Figuren in gleicher Weise zu diesem Behufe brauchbar. Legen wir nun die beiden erwähnten Figuren im Sinne unsrer bisherigen Anschauungsweise aus, so wird es uns nicht schwer fallen, in Fig. 22 a die wachsende Epidermis durch überwiegenden Längsdruck in eine grössere Zahl quer über die verschiedenen Regionen des Kopfes herüberlaufenden Epidermisfalten gelegt zu sehen. Das folgende Stadium Fig. 22 b ist dadurch ausgezeichnet, dass nunmehr ein stärkerer Querdruck innerhalb der wachsenden Epidermis zum Ausdruck gelangt. Die Folge dieses Vorganges ist eine Zusammenlegung desselben Hautbezirkes in eine Reihe von Längsfalten, welche die vorhergehenden Querfalten durchkreuzen. Auf diesem Wege zeitlich getrennter Quer- und Längsfaltenbildung erscheint die Epidermis in eine Reihe von regelmässigen Feldern zerlegt, welche den Federanlagen entsprechen. Wie in diesen letzteren Figuren, so kommt an den meisten übrigen Stellen unsers Vogelkörpers zuerst ein überwiegender Längsdruck zur Geltung und ihm folgt der Querdruck zeitlich nach, an einigen aber findet auch das Umgekehrte statt. An gewissen Bezirken (Umgebung des Auges und der äusseren Ohröffnung z. B.) sind die aufeinanderfolgenden Druckrichtungen, die radiale und die konzentrische, von welchen in den Figuren 22 a u. 22 b die konzentrische noch nicht zur Wirkung gekommen ist.

Es scheint mir durch dieselben Figuren gerechtfertigt zu werden, hier ebenfalls an das Wachstum des unterliegenden Gehirns zu erinnern, um so mehr, als dasselbe dem gleichen Keimblatt seinen Ursprung verdankt. Die Windungen des Gehirns, wo solche vorkommen, sind bekanntlich schon vor Jahren von WUNDT auf ein zeitlich getrenntes Vorwiegen von Längen- und Breitenwachstum der Gehirnwände zurückgeführt worden.[1]

Einen sehr interessanten Beleg für die Richtigkeit unsrer Auffassung bietet ferner, wie erwähnt, das Nagelbett. Durch HANS HEBRA[2] sind unsre Kenntnisse über das Nagelbett erheblich vermehrt worden. Vom proximalen Ende des Nagelbettes zu seinem distalen Ende hingehend, unterscheidet HEBRA folgende Teile. Zuerst zeigen sich etwa fünf Lagen isolierter Papillen, darauf folgen kammartige Leisten, welche auf ihrer Höhe Papillen tragen. Das dritte Feld ist nur durch Spuren feiner Leisten ausgezeichnet, das vierte Feld endlich zeigt die bekannten starken Leisten, deren distales Ende von knopfartigen Papillen besonderer Grösse und Dicke gebildet wird. Welches die Erklärung für diese im ersten Augenblick seltsam erscheinende Konstruktion des Nagelbettes sei, scheint schwierig zu sein. Aber auch hier lässt uns die Anwendung der bisher entwickelten Grundsätze nicht im Stiche; wir bemerken vielmehr, wenn wir die verschiedenen Abteilungen des Nagelbettes auf ihr Zustandekommen untersuchen, dass im vorderen Teile desselben (Fig. 21 bei a) ein überwiegender Querdruck die Epidermis in eine grössere Zahl mächtiger Längsfalten gelegt hat. Auch die folgende Abteilung (b) ist durch diesen Vorgang zustandegekommen, doch sind die Fältchen zugleich niedriger und zahlreicher, unter Umständen mehr verwischt. In der Abteilung c mischt sich dem vorhandenen Querdrucke ein stärkerer Längsdruck bei; so erhalten wir papillenhaltige Leisten, oder vielmehr die ihnen entsprechenden epithelialen Hülsen. Der Raum d des Nagelbettes endlich, der mit freien Papillen bestanden ist, ging hervor aus einer Verschärfung des schon in c erkennbaren Längsdruckes, wodurch die Leisten bis auf den Grund eingeschnitten und in einzelne Papillen zerfällt wurden. Der schmale vor a gelegene Hautbezirk x, welcher sich nach vorn an das Nagelbett anschliesst, ging aus denselben Umständen hervor wie das Feld d, und ist hier nur bemerkenswert das unmittelbare Eingreifen eines Längsdruckes in den bei a überwiegenden Querdruck. Die Ursache dieses schroffen Überganges ist nicht unverständlich, denn in dem vor a gelegenen Felde haben wir bereits freie, vom Nagel unbedeckte Haut vor uns.

Der besonderen Gestalt des Nagelbettes schliessen sich in bemerkenswerter Weise die Besonderheiten der volaren Fläche desselben Fingergliedes an; auf letztere wird alsbald der Blick zu richten sein.

Um ein entsprechendes Beispiel von einem dem Ektoderm angehörigen Schleimhautteil anzureihen, gedenke ich hier nur kurz der Verhältnisse der

---

[1] W. WUNDT, *Physiol. Psychologie* pag. 93. (I. Aufl.)

[2] H. HEBRA, *Untersuchungen über den Nagel.* Wiener med. Jahrb. 1880.

Papilla foliata (fimbriae) linguae. Dass dieses Gebilde aus einem überwiegenden Längenwachstum des Zungenepithels hervorgegangen sei, bedarf nach dem Angegebenen keiner besonderen Erörterung.

Von besonderem Belang ist ferner eine genaue Beachtung der Gyri der Hohlhand. Mit Absicht lege ich der folgenden Auseinandersetzung die verkleinerte Kopie der ENGELschen Figur (Figur 29) zu Grunde.

Bei einer Würdigung der Lage der Gyri der Hohlhand ist es des leichten Verständnisses wegen zweckmässiger, sowohl die Fingerbeeren, als die an die Fingereinschnitte grenzenden Hautbezirke (Tori metacarpei digitorum), als auch gewisse Besonderheiten der Leisten des Daumen- und Kleinfingerballens zunächst ausser Betracht zu lassen. Die Gyri des übrigen, grössten Teils der Hohlhandfläche überraschen uns alsdann nicht sowohl durch die komplizierten Verhältnisse ihrer Anordnung, als vielmehr durch eine sehr bemerkenswerte Einfachheit derselben. Denn nach dem Obigen ergibt es sich bei einer Zurückführung der vorhandenen Gyri auf ihre Ursache sofort, dass dieselben durch überwiegenden Längsdruck innerhalb der wachsenden Epidermis erzeugt worden sind. Durch punktierte Linien ist in unsrer, möglichst einfache Verhältnisse der Leistenanordnung wiedergebenden Figur 29 diese Richtung angedeutet worden. Die eine dieser Linien durchkreuzt das Gebiet der Radialseite der Hand, die andre dasjenige der Ulnarseite, während die mittlere punktierte Linie in dem kleinen hinteren Hautwinkel zwischen den beiden erwähnten Abteilungen liegt.

5. Satz.

Der Tastapparat der Hand (und des Fusses) lässt besondere Gliederungen erkennen. Als Tastballen 1. Ordnung (vordere Tastballen) lassen sich die fünf Fingerbeeren ansprechen. Als Tastballen 2. Ordnung (mittlere Tastballen) sind die drei hinter den Zwischenfingerspalten gelegenen Wülste der Mittelhand zu bezeichnen. Als Tastballen 3. Ordnung (hintere Tastballen) erscheint der Daumen- und Kleinfingerballen. Die übrigen Bezirke der Hohlhand sind als intermediäre Tastflächen aufzufassen.

Begründung.

Eine eingehende Untersuchung der ausgebildeten, fertig entwickelten Tastballen ist dem folgenden Abschnitt vorbehalten; doch ist hier der Ort, über ihre Entwickelung nachzuforschen.

Die Entstehung der erwähnten vorderen, mittleren und hinteren Tastballen zeigt kompliziertere Verhältnisse als die Entstehung der Gyri der übrigen Hand. PURKINJE hat, wie bei früherer Gelegenheit hervorgehoben worden ist, auf Grund zahlreicher Beobachtungen neun verschiedene Typen der Reihenanordnung an den Fingerbeeren aufgestellt. So sehr man die von diesem Autor betonten Unterscheidungen, die schon von HUSCHKE bestätigt worden sind, als zutreffend anerkennen muss, so scheint es mir doch, als ob sämtliche, um einen besonderen späterhin selbst noch zu vermehrende Typen nur auf ganz

wenige Grundformen zurückgeführt werden könnten. Schon Engel fand es angemessen, eine Reduktion jener neun Typen auf vier eintreten zu lassen. Auf Grundlage der Entstehungsgeschichte der Gyri stellt sich selbst eine weitere Reduktion als unvermeidlich heraus; ich unterscheide nämlich bloss zwei entwickelungsgeschichtliche Typen. Der eine derselben geht hervor aus einer Fortsetzung des schon in der Hand und in den beiden ersten Fingergliedern überwiegenden Längsdruckes auf die Fingerbeere; sein Ergebnis ist die Herstellung querer Gyri im Bezirk der Fingerbeere. Beispiele dieser Art sind durchaus nicht selten, und ich selbst habe sie in vielen Fällen zu beobachten Gelegenheit gehabt. Unsre Figur 30 a zeigt eine Kopie derselben nach Purkinje. Der zweite Typus ist dadurch ausgezeichnet, dass sich an der radialen und an der Ulnarseite des letzten Fingergliedes ein von den Seiten gegen den Mittelteil der Fingerbeere gerichteter stärkerer Querdruck geltend macht und den vorhandenen Längsdruck beeinflusst. Diese Beeinflussung kann in verschieden hohem Grade ausgebildet sein; sie macht sich bemerklich durch das Auftreten von seitlich gelagerten Längsreihen, welche am distalen und proximalen Ende des Gliedes in die unter allen Umständen vorhandenen Querreihen eingreifen. Je nach der Art dieses Eingreifens ist das Endergebnis der Aufreihung ein verschiedenes, wodurch die übrigen Formen (s. Fig. 30 b—i) bedingt werden.

Man kann hiernach den einen Typus als denjenigen des überwiegenden Längsdruckes, den andern als den Typus des gemischten Längs- und Querdruckes bezeichnen. Mit Bezug auf die Lagerung der Gyri dagegen ist der eine natürlich als querer, der andre als bogenförmiger Typus zu bezeichnen. Dass der bogenförmige Typus nicht notwendig aus kreisförmiger Aufreihung der Gyri bestehen muss, ergibt sich nach dem Angegebenen von selbst. Der Kreis, die Ellipse, der vorn geschlossene und hinten offene Bogen (Sinus), die Spirale, der Doppelwirbel u. s. w. bilden hierhergehörige Vorkommnisse. Die Ellipse findet sich nicht bloss beim Menschen, sondern in sehr vollkommener Ausprägung bei den Affen. Die inneren Reihen der Ellipsen zeigen hier nicht selten einen so steilen Verlauf, dass sie geradezu den Eindruck von Längsreihen machen.

Eine fernere Wirkung des kombinierten Längs- und Querdruckes im Bereich der Fingerbeere ist die Aufwulstung der Fingerbeere selbst; denn es ist klar, dass die Kreuzung der verschiedenen Druckrichtungen eine Emporhebung im Gefolge haben muss. Die stärkere Ansammlung von Fetträubchen im Bereich der Fingerbeere ist nur als eine sekundäre Bildung aufzufassen. Dass die Papillenbildung innerhalb jeder Reihe ihren ungestörten Ablauf gefunden hat, bietet so wenig des Auffallenden, dass ich es unterlassen darf, diesen Punkt näher zu begründen.

Auch in andrer Fassung lässt sich ausdrücken, wie die Anordnung der Reihen der Fingerbeere beurteilt werden kann. Unter Berücksichtigung der Form der dritten Phalanx nämlich würde es ganz dasselbe besagen, wenn man statt einer Kombination von Längen- und Breitendruck eine von den Seiten-

rändern und der Spitze der Fingerbeere ausgehende radiale Druckrichtung gegen das Zentrum als Ursache der bogenförmigen Aufreihung betrachten wollte. Hieraus ergibt sich vielleicht noch leichter als aus der vorhergehenden Fassung, dass der Papillenzersplitterung je einer Reihe kein Abbruch geschehen muss, denn die radiale Druckrichtung bedingt bloss die Faltenlegung der Epidermis in konzentrische Reihen, die darauf senkrechte Druckrichtung dagegen, also die konzentrische Ausdehnung der Epidermis, wird in jeder Reihe die einzelnen Papillen zur Ausbildung bringen. Dass Interferenzwirkungen nicht bloss in die Anordnung der Leisten, sondern auch in die der Papillen an bestimmten Stellen störend eingreifen können, zeigt uns die Figur 12. In dem Winkel rechts unten, in welchem zwei Druckrichtungen sich einander kreuzen, ist eine unregelmässige Papillenbildung die unmittelbare Folge der Kreuzung. Was die im Bereich der Fingerbeere zu grossem Einfluss gelangende quere Ausdehnungsrichtung betrifft, so ist dieselbe an der dritten Phalanx keine neue Erscheinung; es ist nur daran zu erinnern, dass auf der Dorsalfläche der dritten Phalanx dieselbe Druckrichtung zur Ausbildung der mächtigen Leisten des Nagelbettes Veranlassung gegeben hat. Man kann also gewissermassen die Längsleisten der Fingerbeere mit den Längsleisten des Nagelbettes in unmittelbaren Zusammenhang bringen und erstere als ein Übergreifen der letzteren von der dorsalen auf die volare Fläche der Phalanx betrachten. — Auf der gewonnenen, höchst einfachen Grundlage hat es ferner keinerlei Schwierigkeit, a priori eine äusserst grosse Zahl von Unterformen zu konstruieren, welche zur Ausbildung und zur ferneren Beobachtung gelangen können.

Im Anschluss an die Untersuchung der Fingerbeere — d. i. des Tastballens erster Ordnung — kann es nicht schwer fallen auch den Tastballen zweiter und dritter Ordnung (s. Fig. 29, T. II und T. III) eine anregende Seite abzugewinnen. Alle vorhandenen Formen der Tastballen zweiter und dritter Ordnung erscheinen beim Menschen als Unterordnungen eines einzigen Typus, nämlich des bogenförmigen. Von Einzelformen sind insbesondere hervorzuheben die Spindel und der Sinus. Letztere Form ist von der Fingerbeere her bereits bekannt, unterscheidet sich jedoch von derselben dadurch, dass ihre Bögen vorn offen und hinten geschlossen sind. Die Spindel ist teils schräg, teils längs gestellt, ihr vorderes Ende zieht gegen die Zwischenfingerspalten hin, ihr hinteres Ende kann sich verschieden verhalten. Ist dasselbe ganz geschlossen, wie man dies zwischen Mittel- und Ringfinger am häufigsten findet, so grenzt es nicht an die queren oder schiefen Reihen der Hohlhand wie gewöhnlich direkt an, sondern es liegen zwischen ihm und der letzteren noch bogenförmige Linien. Diese erscheinen zunächst nur als Ausläufer oder schleifenförmige Verbindungen der zwei äusseren (des ulnaren und radialen) Tastballen; ihrer Entstehung nach könnte man sie jedoch wohl mit gutem Rechte zu dem mittleren Tastballen (zwischen Mittel- und Ringfinger) rechnen.

Da die drei Tastballen zweiter Ordnung sich seitlich so nahe gerückt sind, ist es nicht zu verwundern, wenn häufig Linien entstehen, die sowohl

dem einen als dem andern anzugehören scheinen. Dieser Linienvertausch kann selbst so gross sein, dass zwei Tastballen nur einen einzigen bilden.

Die Aufwulstung der Haut an den betreffenden Stellen ist auch hier nicht bedingt durch eine Ansammlung von unterliegendem Fett, sondern umgekehrt gab die Aufwulstung der Haut Veranlassung zu stärkerer Entwickelung von Fettträubchen.

Auch die Affen besitzen sehr deutliche Tastballen zweiter Ordnung, die schon von Purkinje bei Inuus ecaudatus beschrieben und abgebildet worden sind. Der Tastballen des Daumens der Affen entspricht anscheinend einem Tastballen zweiter Ordnung, während er beim Menschen meistens weiter proximalwärts gerückt ist. Bei den Affen ist die Anordnung der Reihen in der Weise getroffen, dass dieselben vorwiegend in konzentrischen Linien verlaufen.

Die Tastballen dritter Ordnung sind beim Menschen in der Regel aus dem Grunde weniger auffallend, weil sie sich einmal auf verhältnismässig sehr grosse Flächen ausdehnen und weil zugleich die Anordnungsweise der Leisten der betreffenden Tastballen minder von der Umgebung sich zu unterscheiden pflegt. Es kommen indessen Beispiele vor und ich selbst habe solche relativ häufig zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass sowohl an dem Tastballen des Thenar, als dem des Hypothenar der deutlichste bogenförmige Typus ausgesprochen war, an letzterem sogar seine vollkommenste Form, die konzentrische. Man vergleiche in dieser Beziehung Fig. 46, 47 und 48. Spuren einer besonderen Verlaufsweise fehlen im Gebiete dieser Tastballen übrigens fast niemals und ist die spezielle Form des Sinus als eine der häufigsten zu bezeichnen. Dieser findet sich dort sowohl kurz als lang, breit als schmal und in allen möglichen Achsenrichtungen. Hier und da wurde auch eine Verdoppelung des Tastballens der radialen oder ulnaren Seite beobachtet.

Das Zustandekommen der Tastballen zweiter und dritter Ordnung braucht wohl nicht noch besonders erörtert zu werden. Für dasselbe gelten diesselben entwickelungsgeschichtlichen Grundlagen, die bezüglich der Fingerbeere bereits oben gegeben worden sind.

6. Satz.

Die Zahl der Gyri bestimmter Hautbezirke ist bei verschiedenen Menschen nicht die gleiche, sondern zeigt Schwankungen von ziemlich bedeutenden Werte. Diese Schwankungen sind entweder individueller Art oder hängen mit der Körpergrösse zusammen; auch hat das Geschlecht auf die Zahl einen unverkennbaren, wenn auch nicht stark hervortretenden Einfluss.

Begründung.

Zu Zählungen wählte ich die drei Glieder des Zeigefingers. Von einer Gelenkfurche beginnend wurde längs der Medianlinie bis zur andern Gelenkfurche, beziehungsweise bis zum Nagel die Zahl der Reihen möglichst genau bestimmt. Die Zählung ist für das erste und zweite Glied durchaus sicher und leicht auszuführen; bei der Zählung der Reihen des dritten Gliedes sind dagegen gewisse Fehlerquellen unvermeidlich. Dieselben sind im wesentlichen

dadurch gegeben, dass im Zentrum der Fingerbeere, infolge der so häufigen konzentrischen Anordnung der Reihen die Zählung unsicher wird. Bei einiger Übung gelingt es indessen immerhin, die Fehlergrenze auf ein Minimum einzuschränken. Auch kommt in Betracht, dass bei verschiedenen Personen der betreffende Fehler ungefähr in gleicher Stärke wiederkehrt, so dass das allgemeine Ergebnis hierdurch keine Schmälerung erfährt. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Männer						Frauen					
	1. Glied		2. Glied		3. Glied		1. Glied		2. Glied		3. Glied	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
1)	36	35	33	32	48	48	31	31	28	28	51	50
2)	34	34	33	36	62	60	35	35	32	32	55	55
3)	34	34	30	31	47	48	28	30	34	34	43	46
4)	36	36	32	32	58	60	36	37	34	35	55	50
5)	34	36	35	34	48	50	32	32	38	38	53	53
6)	34	32	35	35	49	44	33	34	31	31	40	40
7)	32	32	33	34	43	46	30	28	32	30	45	45
8)	36	37	32	32	53	55	33	33	36	36	49	49
9)	30	29	30	30	58	58	33	29	29	32	58	58
10)	34	29	29	29	50	52	29	28	33	30	53	53
11)	32	30	28	27	48	48	29	29	27	27	48	50
12)	33	34	36	35	58	56	33	34	33	30	55	54
13)	37	37	26	27	53	53	30	30	30	30	51	52
14)	30	31	21	21	45	45	36	36	32	33	50	50
15)	28	30	22	21	45	40	36	37	27	27	45	45
16)	32	33	26	27	42	42	28	30	28	28	48	48
17)	28	31	29	29	45	45	33	33	30	30	46	49
18)	30	29	29	26	45	45	36	37	29	30	48	50
19)	35	35	28	28	34	34	36	35	35	33	50	50
20)	20	20	20	20	33	33	25	28	27	27	40	35

In obiger Tabelle sind auf der Seite der Männer Nummer 1—12 Deutsche. Bei 13 ist die Heimat Bulgarien, bei 14 Ungarn, bei 15 Japan, bei 16 u. 17 Queensland in Australien, bei 18 Sierra Leone in Afrika, bei 19 St. Thomas in Westindien. 20 repräsentiert die Zahlen bei einem Zwerg. —

Von den Frauen ist 1—19 deutscher Abstammung. Bei 20 ist die Heimat Sierra Leone in Afrika. —

Wie aus der Tabelle hervorgeht, betragen (abgesehen von Geschlecht und Rasse) die Minimalzahlen für das

1. Glied		2. Glied		3. Glied	
rechts	links	rechts	links	rechts	links
28	29	21	21	34	34

die Maximalzahlen aber:

37	37	38	38	62	60

Die Schwankungen betragen also für das

1. Glied		2. Glied		3. Glied	
rechts	links	rechts	links	rechts	links
9	8	17	17	28	26

und sind demnach von ziemlich bedeutendem Werte.

Von Interesse musste es sein, nachzusehen, ob diese Schwankungen in der Zahl der Gyri nicht zum Teil durch Verschiedenheiten der Körpergrössen bedingt werden. Dies schien nach der Untersuchung von Angehörigen kleiner Rassen schon ziemlich wahrscheinlich. Die Werte von 15, 16, 17 auf Seite der Männer, von 20 auf Seite der Frauen erläutern dies. Ich hatte aber auch Gelegenheit, ein Individuum von stark unternormaler Körpergrösse (Nr. 20 obiger Tabelle) in dieser Beziehung zu untersuchen. Dieser Zwerg war ca. 20 Jahre alt, doch betrug seine Höhe nicht mehr als 70 Zmtr. Bei ihm war die Zahl der Gyri der betreffenden Stellen noch geringer als das Minimum normaler Menschen. Das Defizit betrug am 1. Glied rechts 8, links 9; am 2. Glied rechts u. links 1; am 3 Glied rechts u. links 1 Gyrus.

Dass das Geschlecht einen gewissen Einfluss auf die Zahl der Gyri an den betreffenden Stellen hat, geht aus folgenden Minimal-, Maximal- und Mittelzahlen hervor, für welche bei Männern wie bei Frauen nur die ersten zwölf Nummern obiger Tabelle, also nur Deutsche, verwandt wurden; sie sind von mehreren andern ausgewählt und stellen möglichst verschiedene Ergebnisse dar.

Die Minimalzahlen sind:

1. Glied		2. Glied		3. Glied		
rechts	links	rechts	links	rechts	links	
30	29	28	27	43	44	bei Männern
28	28	27	27	40	40	bei Frauen.

Die Maximalzahlen sind folgende:

1. Glied		2. Glied		3. Glied		
rechts	links	rechts	links	rechts	links	
36	37	36	36	62	60	bei Männern
36	37	38	38	58	58	bei Frauen.

Die Mittelzahlen betragen:

1. Glied		2. Glied		3. Glied		
rechts	links	rechts	links	rechts	links	
34,6	32,3	31,3	32,3	51,8	52,0	bei Männern
31,8	31,6	32,0	31,9	50,4	50,7	bei Frauen.

Die Mittel-Summe sämtlicher Gyri beträgt demnach

rechts	links	
117,7	116,6	bei Männern
114,2	114,2	bei Frauen.

Die Unterschiede derselben sind zwar nur unbedeutend, aber dennoch erkennbar, nämlich für rechts 3.5, für links 2.4 zu gunsten des männlichen Geschlechtes.

7. Satz.

Die Überwälzung der volaren Fingerhaut über die vordere Fingerkuppe hinweg bis zum vorderen Ende des Nagelbettes, d. i. bis zur dorsalen Fingerfläche; ebenso die Überführung der volaren Fläche der Mittelhand bis fast zur Mitte der ersten Phalangen, sind so eigenartige Erscheinungen, dass sie der Erklärung bedürfen. Sie gehen hervor aus derselben Grundlage, welche uns bisher als Führerin in der Erklärung der Hautgebilde der Hand gedient hat. Sie sind zurückzuführen auf eine überwiegende Längenausdehnung des volaren Epidermisgebietes der Hand über das dorsale.

Begründung.

Gerade der Umstand, dass es gar nicht der Einführung eines neuen Momentes bedarf, um die beiden genannten Erscheinungen befriedigend zu erklären, sondern dass aus einer und derselben Grundlage sich ungezwungen eine Reihe von Verhältnissen erklärt, die im inneren Zusammenhang stehen, scheint nicht wenig dazu geeignet, für obigen Satz einzunehmen. Es lässt sich in der That kaum absehen, in welch andrer Weise die beiden genannten Erscheinungen sich herausgebildet haben könnten. Zeigt uns doch sowohl der Augenschein als die Messung das volare Epidermisgebiet im Vorsprung gegenüber dem dorsalen. Man könnte daran denken, dass die inneren Teile der Hand und der Finger, insbesondere die wachsenden Knochen beide Erscheinungen hervorzurufen im stande seinen. Indessen scheitert dieser Gedanke sofort an der Thatsache, dass längst bevor von Knochen überhaupt die Rede sein kann, beide Verhältnisse bereits ausgeprägt vor uns liegen.

Bei der Ausführung von Messungen der volaren und dorsalen Längsstrecken, um die es sich handelt, müssen sämtliche Wellenbiegungen der tiefen Epidermislagen natürlich mit in Rechnung gebracht werden. Um so mehr aber steigt der gesuchte Wert.

Das Überwallen der Haut der Mittelhand auf das Fingergebiet bedarf noch einer besonderen Bemerkung. Man erkennt dies Verhältnis sofort bei der vergleichenden Betrachtung der Zwischenfingerspalten von der dorsalen und volaren Seite aus. Dorsalwärts sind die Zwischenfingerspalten bekanntlich länger. Die zwischen diesen Spalten von der dorsalen gegen die volare Seite hin einsinkende Haut, deren Umschlagteil in die volare Haut als Schwimmhaut bezeichnet zu werden pflegt, gehört bereits der Fingerhaut, nicht der Haut der Mittelhand an; volarwärts ist dieses ganze Gebiet von der Haut der Mittelhand eingenommen.

Die Längenausdehnung des wachsenden volaren Epidermisgebietes der Hand übertrifft aber nicht allein die dorsale, sondern innerhalb des ersteren übertrifft das Längenwachstum der Epidermis das Breitenwachstum. Für letztere Thatsache seien einige Zahlenangaben angeführt, während es für

erstere solcher nicht bedarf. Der Zeigefinger eines 4 monatlichen menschlichen Fötus hat, von der volaren Gelenkfurche aus gemessen, eine Länge von 10 Mm., derjenige eines Erwachsenen dagegen eine Länge von 65 Mm. Die Breiten der beiden Finger verhalten sich wie 3 zu 15 Mm. Die absolute Längenzunahme beträgt also 55 Mm., die absolute Breitenzunahme dagegen nur 12 Mm. Diese Zahlen bedürfen nur insofern einer Korrektur, als die Wellenbiegungen der Epidermis in querer Richtung, d. i. längs der Hautleisten, zahlreicher sind, als diejenigen in der Längsrichtung der Hand, d. i. senkrecht zu den Hautleisten. Die Vergleichung unsrer Figuren 17 a und 17 b erläutert dies Verhältnis. Es wächst also hierdurch der Wert der Breitenausdehnung der Epidermis, keineswegs aber in dem Masse, dass dieselbe der Längenausdehnung irgend zuvor- oder gleichkommen könnte.

IV. Die Gliederung des Tastapparates der Hand.

Der vorausgehende Abschnitt behandelte in seinem 5. Satze bereits die Gliederung des Tastapparates nach ihrer entwickelungsgeschichtlichen Seite hin, mit dem Ergebnis, dass Tastballen dreier Ordnungen auf der volaren Fläche der Hand zur Ausbildung gelangen, während die übrige Fläche als intermediäres Gebiet betrachtet werden kann. Die nächsten Ursachen, welche diese Gliederung bedingen, sind ebendaselbst untersucht und in Wachstumsverhältnissen gefunden worden, die durch ihre Einfachheit überraschen. Was die verschiedenen Typen betrifft, in welchen die Anordnung der Hautleisten der einzelnen Tastballen auftritt, so wurden deren nur zwei aufgestellt, der transversale und der bogenförmige Typus, welch letzterer aus der Mischung des transversalen mit einem longitudinalen hervorgeht. Der letztere, den eigentlichen Gegensatz bildende, nähert sich zwar bei gewissen Tastballen einem für sich bestehenden Typus selbst, tritt jedoch ganz rein und als solcher nur streckenweise in die Erscheinung. Was die Zahl der Tastballen einer Hand betrifft, so ergaben sich deren zehn. Fünf darunter stellen die Tastballen erster Ordnung dar; sie nehmen die Fingerbeeren der Endglieder ein. Drei bilden die Tastballen zweiter Ordnung; sie liegen in dem Übergangsgebiet der Mittelhand in die ersten Fingerglieder und erstrecken sich sogar mit ihrer Hauptmasse auf die letzteren hinüber. Sie liegen zugleich nicht in der hinteren Fortsetzung der Fingerachsen, wie schon ihre Zahl nahe legt, sondern sie liegen zwischen den Fingern und damit zwischen den Tastballen erster Ordnung, in der hinteren Fortsetzung der Zwischenfingerspalten. Derjenige Tastballen, welcher der ersten Zwischenfingerspalte entsprechen würde, hat beim Menschen meist eine Zurücklagerung erfahren, indem er den basalen Abschnitt des ersten Mittelhandknochens umkreist. Er wurde zugleich mit dem gegenüberliegenden Ballen der Kleinfingerseite als Tastballen dritter Ordnung aufgefasst, deren hiermit zwei vorkommen.

Die beiden Typen, der transversale und der bogenförmige, treten im Bereich der Tastballen erster Ordnung in einer Reihe verschiedener Unterformen auf, welche schon von PURKINJE und HUSCHKE untersucht und beschrieben worden sind und in ihren Namen beibehalten werden können. Es sind die folgenden: Flexurae transversae, Stria centralis longitudinalis, Stria obliqua, Sinus obliquus, Amygdalus, Spirula, Ellipsis, Circulus, Vortex duplicatus.

In den Figuren 30 a — i unsrer Tafel II sind von sämtlichen genannten Formen die den Namen rechtfertigenden Leistengruppen wiedergegeben worden. Alle diese Unterformen gehen hervor aus einer verschiedengradigen Mischung des transversalen mit dem longitudinalen Typus, wie bereits oben angegeben worden ist. Es kommt hinzu, dass jene Mischung selbst auf beiden Seitenhälften der Finger eine verschiedene sein kann, so dass asymmetrische Formen sogar die Regel darstellen. Die Asymmetrie erfährt dadurch noch eine gewisse Verstärkung, dass, wie im historischen Teil bereits mitgeteilt worden ist, die zentralen Teile der Leistensysteme in der Regel in der Weise gelagert sind, dass diejenigen des Zeigefingers und Mittelfingers nach der radialen, diejenigen des Ring- und kleinen Fingers aber nach der ulnaren Seite hin verschoben sind.

Auch bei den Tastballen zweiter Ordnung findet sich der bogenförmige Typus vor und nähert sich sogar dem eigentlichen Gegensatz des transversalen Typus, dem longitudinalen. Was die topographischen Verhältnisse dieser Tastballen betrifft, so sei an das Folgende erinnert. Sie schieben sich zwischen die übrigen, im wesentlichen transversalen und schiefen Hautleisten der Hand, an der Übergangsstelle der Finger in die Hand als drei besondere Felder ein (Fig. 29, T. II), welche durch vorwiegende Längsstellung der Reihen auffallend sind. Die Spitzen der Spindeln und die freien Enden der Sinus laufen einerseits in die Schwimmhaut der Fingereinschnitte aus; anderseits gehen sie sowohl mit den Leisten der Hohlhand als unter sich Verbindungen ein. Sie können auch hier geschlossen sein und grenzen sich dann von den schiefen und queren Reihen der Hohlhand scharf ab, oder sind wie bei dem mittleren Ballen (zwischen Mittel- und Ringfinger) von den schleifenförmigen Verbindungen der äusseren umfasst. Zwischen den vorderen Enden der aneinandergrenzenden Spindeln oder Sinus liegen kleine Felder mit Querleisten, die hiernach in der Fortsetzung des ersten Fingergliedes liegen müssen.

Im Übrigen stossen die einzelnen Tastballen aneinander. Dabei sind sie entweder scharf voneinander geschieden, oder fliessen in verschiedener Weise ineinander über; ja es können sich sogar, wie wir schon sahen, zwei zu einem einzigen vereinigen.

Innerhalb der Ballen sind die einzelnen Reihen in der Weise verteilt, dass sie im allgemeinen eine seitlich symmetrische Lage besitzen; die Konvexitäten der Reihen sehen demgemäss sowohl ulnar- als radialwärts. In der Spindel erfolgt die Zuspitzung beider Pole dadurch, dass nach und nach verschiedene Leistenreihen ihr Ende finden. Die mittlere Spindel, d. i. die zwischen dem Mittel- und Ringfinger gelegene, ist in den meisten Fällen die am zierlichsten

ausgebildete. Ihr am nächsten steht die dritte Spindel, während die erste unregelmässiger zu sein pflegt, indem sich ihr hinteres Ende nicht schliesst. Eine solche Form, wie sie zwischen dem zweiten und dritten Finger typisch vorkommt, wird im folgenden als unvollkommene Spindel bezeichnet werden.

Der Sinus findet sich am häufigsten zwischen dem dritten und vierten, sowie zwischen dem vierten und fünften Finger. Er ist entweder ganz kurz und besteht nur aus einer mittleren Leiste mit einigen umgebenden Bögen oder er reicht wie die Spindeln weiter nach hinten und ist dort durch viele Bögen schön abgerundet. Wenn die beiden symmetrischen Hälften derselben, wie dies zumeist geschieht, nach vorn zu konvergieren, so entsteht die besondere Art eines keulenförmigen Sinus.

Zwischen dem zweiten und dritten Finger kommt der Sinus nur äusserst selten vor; in den Fällen, wo ich ihn dort gesehen habe, war er zugleich auch zwischen den übrigen Fingern vorhanden.

Dass hie und da die beiden Tastballen dritter Ordnung stark ausgeprägten bogenförmigen Typus der Leistenreihen zeigen, wurde ebenfalls bereits oben hervorgehoben. Die Systeme können geschlossen oder ungeschlossen sein, in letzterem Fall sich nach innen oder aussen öffnen. Zumeist jedoch tritt der bogenförmige Typus in sehr abgeschwächtem Grade auf und zeigt dabei grossen Wechsel der Form. Die äussersten Linien dieser Tastballen sind nichtsdestoweniger in der Mehrzahl der Fälle bis an die Grenze des Vorderarmes zu verfolgen.

Purkinje und Huschke haben mehrere verschiedene Formen der Tastballen 2. u. 3. Ordnung, wie schon oben gesagt wurde, bereits gesehen. Purkinje erwähnt erstere nur mit einer kurzen Bemerkung und geht gleich zu denen 3. Ordnung mit den folgenden Worten über: „In toro pollicis plagula non raro occurrit trapezoides ubi valleculae transversa ad ambientes directione dispositae sunt. In toro auricularis digiti ad marginem metacarpi radialem saepe sinus major observatur ubi valleculae e margine exeuntes in eum iterum reflectuntur, nonnumquam etiam turbo ellipticus in tumidulo auricularis toro conspicitur.“ — Wir können ihm, wie sich aus dem Bisherigen ergibt, darin nur vollständig beipflichten. Nicht so aber Huschke. Nach diesem Autor soll der Tastballen zwischen viertem und fünftem Finger regelmässig der am deutlichsten entwickelte sein und sich am ulnaren Tastballen 3. Ordnung ebenso regelmässig ein Vortex duplicatus vorfinden. Nach unsrer Beobachtung ist das entschieden nicht richtig, sondern es wechselt jener mit dem Ballen zwischen drittem und viertem Finger in der Vollkommenheit der Ausbildung ab. Der Vortex duplicatus am Kleinfingerballen findet sich nach unsrer Erfahrung daselbst sogar nur selten vor.

Nach dieser teilweisen Rekapitulation und Zusammenfassung entsteht vor allem die Frage, wie sich denn das Nervensystem gegenüber diesen so auffallenden Bildungen verhalte. Werden die Tastballen stärker, reichlicher innerviert als die intermediären Bezirke, oder sind sie vielmehr nur dadurch als bevorzugte Teile des Tastapparates zu betrachten, dass sie hügelförmig

das intermediäre Gebiet überragen und dadurch zur Aufnahme von Tasteindrücken besonders befähigt sind?

Die Prüfung der Verhältnisse des Nervensystems an den beiderseitigen Hautbezirken musste nach mehreren Richtungen hin vorgenommen werden. Zunächst lag die Notwendigkeit vor, Tastballen und intermediäres Gebiet auf ihren Nervengehalt zu untersuchen. Schon die einfache Präparation der zu den verschiedenen Hautbezirken gelangenden Nervenstämmchen durfte nicht übergangen werden. Aus der Stärke und Zahl der für verschiedene Orte bestimmten Nervenstämmchen konnten schon einige Anhaltspunkte gewonnen werden. Es lag ferner im Bereich der Möglichkeit, an passend gewählten und vorbereiteten Objekten den Gehalt an Nervenfasern der einzelnen Stämmchen zu bestimmen und also auf dem Wege der Zählung die direkte Bestimmung des Nervenfasergehaltes gewisser Hautgebiete vorzunehmen. Als ferneres und auch sofort ins Werk gesetztes Mittel ergab sich ausserdem, die Zahl der grösseren nervösen Endapparate in den einzelnen Bezirken festzustellen, d. h. deren Versorgung mit Meissner-Wagnerschen Tastkörperchen sowie mit Vater-Pacinischen Körperchen zu untersuchen. Denn die Vermutung drängte sich, was letztere betrifft, sofort auf, dass in dem subkutanen Fettgewebe der Tastballen nicht bloss Fettträubchen und Glomeruli von Schweissdrüsen, sondern auch zahlreiche Vater-Pacinische Körperchen enthalten wären. Von den Tastballen der Endphalangen war dies bereits bekannt und man konnte hieraus einen direkten Hinweis entnehmen. Selbst bezüglich der Tastballen zweiter Ordnung lag, wie alsbald zu erheben sein wird, einiges Bezügliche in der Litteratur bereits vor. Aber auch mit Tastkörperchen sind die Tastballen der Endphalangen, wie MEISSNER zeigte, am reichsten ausgestattet und es schien die Möglichkeit vorzuliegen, dass die übrigen Tastballen auch in dieser Beziehung eine bevorzugte Stellung einnehmen könnten. Die nach diesen drei Richtungen hin angestellten Untersuchungen und Ergebnisse bilden den Gegenstand der folgenden Auseinandersetzung.

a) Präparation der volaren Hautnerven.

Um die Präparation der volaren Hautnerven so ausführen zu können, wie der vorliegende Zweck es forderte, wurde an einer in verdünntem Weingeist konservierten fettarmen Hand die Haut nebst allen unterliegenden Weichteilen als Ganzes vom Handskelet losgelöst und die Hautnervenstämme von innen in der Weise auf die Haut präpariert, dass die feinere Verzweigung an der Haut haften blieb. Um möglichst schonend zu verfahren und keinen Hautast zu verletzen, wurde die Präparation an dem in stark verdünnten Weingeist untergetauchten Objekt vorgenommen.

Die Tastballen 1. Ordnung erschienen, wie dies bekannt ist, mit Nerven äusserst reichlich ausgestattet. Die zwei Nervenäste, die auf der ulnaren und radialen Seite eines jeden Fingers nach vorn ziehen, verdünnen sich auf ihrem Verlauf durch den Finger nur wenig, bis sie den Beginn der dritten Phalanx erreicht haben. Erst da zerfallen sie in eine Menge von kleineren und klein-

sten Stämmchen, welche sich vor allem in die Haut und das Unterhautbindegewebe einsenken.

Die drei mittleren Tastballen boten etwas kompliziertere Verhältnisse dar. Hier ist es von vornherein wahrscheinlich, dass ein jeder derselben von den ihm zunächst liegenden Nervenstämmen der zwei angrenzenden Finger aus versorgt werden wird. Dies zeigte auch ganz deutlich unser Präparat an dem zwischen dem zweiten und dritten Finger, sowie an dem zwischen dem vierten und fünften Finger gelegenen Tastballen. Der erstere wurde also von dem ulnaren Zweig des zweiten und von dem radialen des dritten Fingers gemeinsam mit Nerven versorgt; der letztere in entsprechender Weise von dem radialen Zweig des fünften und dem ulnaren Zweig des vierten Fingers. An diesem Tastballen beteiligte sich also neben dem N. medianus auch noch der N. ulnaris.

Der Tastballen zwischen drittem und viertem Finger erhielt seine Fasern vom ulnaren Zweig des dritten Fingers, der radiale des vierten Fingers sandte keine Äste zu dem Tastballen hinüber; vielmehr wurde derselbe von dieser Seite aus an unserm Präparat durch einen besonderen Zweig, der vor der Teilung des N. digitalis communis von letzterem sich abtrennte, direkt versorgt.

An den Tastballen 3. Ordnung war schon bei dem ersten Anblick die reiche Versorgung mit Nervenfasern auffallend. Der ulnare erhielt einen besonderen starken Ast vom N. ulnaris unmittelbar; ausserdem sandte ihm der ulnare Zweig des fünften Fingers und der den N. medianus und N. ulnaris verbindende Ramus communicans noch Fasern zu.

An der Bildung des Daumenballens beteiligten sich ebenfalls mehrere Nerven. Er wurde versorgt von dem radialen Zweig des Zeigefingers, von dem ulnaren und radialen des Daumens und ausserdem noch von zahlreichen Ästchen des in diesem Falle stark entwickelten N. cutaneus palmaris des N. medianus. Der Ramus palmaris des N. ulnaris war nur schwach entwickelt und konnte nicht bis zur Hohlhand verfolgt werden.

Die Vola manus war im Gegensatz zu diesen sämtlichen Haupttastbezirken als intermediäre Fläche nur äusserst schwach mit Nerven ausgestattet. In den hinteren Teil verliefen Äste des bereits erwähnten N. cutaneus palmaris des N. medianus; die seitlichen, mittleren und vorderen Bezirke wurden vom N. ulnaris und vom N. medianus mit nur spärlichen schwachen Ästchen gemeinsam versehen.

So konnte man schon nach vorgenommener Präparation der Hautnerven vermuten, dass die peripherischen Bezirke des Handtellers gegenüber dem zentralen Teile desselben in bezug auf das Tastvermögen einen gewissen Vorrang behaupten.

b) Die Vater-Pacinischen Körperchen der Tastballen.

Die in der Litteratur vorhandenen Angaben über die Verbreitung der Vater-Pacinischen Körperchen im Unterhautbindegewebe enthalten bezüglich der Ausstattung der verschiedenen Abteilungen der Hand und des Fusses

manches für unsern Zweck Bemerkenswerte. Die Körperchen sind, wie bereits HENLE-KÖLLIKER in ihrer Monographie über jene Endapparate[1] mitteilen und abbilden, beim Menschen, abgesehen von den Endphalangen, am zahlreichsten da, wo die Äste für die Finger und Zehen abgehen, und zwar weniger an den Hauptstämmen, als an den feinen Ästchen, die sich unmittelbar in die Haut einsenken. „Am schönsten sieht man dies an der Fusssohle, wenn man Haut und Fleisch derselben hart an den Knochen von der Ferse ablöst und dann von innen die Nervenstämme verfolgt. Da wird man nur wenige Körperchen an den Nerven finden, so lange dieselben noch über der Fascia plantaris liegen, sowie sie aber die Fascia durchbohrt haben und in das fettreiche Unterhautzellgewebe gelangt sind, gibt es Körperchen in Fülle selbst bis an die Stellen hin, wo die feinsten Nervenästchen sich in die Lederhaut verlieren.

Hiernach konnten nur mehr geringe Zweifel obwalten, dass in der That die Tastballen 2. Ordnung ein bevorzugter Lagerplatz für Vater-Pacinische Körperchen seien, wie es von den Tastballen 1. Ordnung bereits bekannt war. Um über diesen Punkt sicheren Aufschluss zu erhalten, schien es am zweckmässigsten zu sein, mit scharfem Messer die einzelnen Tastballen 2. Ordnung nebst allem unterliegenden subkutanen Gewebe aus der übrigen Haut auszuschneiden und jenes durch Herstellung von Zerzupfungspräparaten auf seinen Gehalt zu prüfen. Essigsäurehaltiges Glycerin diente zur Aufhellung der mit dem Mikroskop untersuchten zahlreichen Präparate. Es stellte sich bei vorgenommener Zählung der betreffenden Tastballen eines einjährigen Kindes das erfreuliche Ergebnis heraus, dass in einem einzigen Tastballen 2. Ordnung nicht weniger als bis zu 62 Vater-Pacinische Körperchen enthalten waren. Zwei kleinere Gruppen der von diesem Ort genommenen Pacinischen Körperchen sind in Fig. 27 bei 9facher Vergrösserung gezeichnet.

An den Tastballen 3. Ordnung sind die Körperchen mehr zerstreut, bilden jedoch auch hier Gruppen, in welcher Beziehung auf die in KRAUSES Anatomie enthaltene Abbildung hingewiesen werden kann.

In den intermediären Bezirken der Hand fehlen die Körperchen keineswegs. Sie sind daselbst jedoch in geringerer Menge vorhanden als bezüglich der Finger im subkutanen Gewebe der Endphalangen, bezüglich der Hohlhand in den Tastballen 2. und 3. Ordnung.

c) Die Verteilung der Tastkörperchen.

Mit Benützung der verfeinerten Hilfsmittel, welche die gegenwärtige histologische Technik uns bietet, unterliegt es keiner Schwierigkeit, den Nachweis des Vorkommens oder Fehlens von Tastkörperchen in irgend einem Hautgebiet mit Sicherheit zu liefern. Anders dagegen verhält es sich, wenn es sich darum handelt, die Zahl der in einem bestimmten Flächenbezirk vorhandenen Tastkörperchen mit annähernder Genauigkeit festzustellen. Auf den

[1] HENLE u. KÖLLIKER, *Über die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugetiere.* Zürich 1844.

ersten Blick scheint zwar auch hierin keine besondere Schwierigkeit zu liegen, bis uns die Vornahme der Untersuchung selbst auf die schwer zu umgehenden Fehlerquellen hinweist. Man kann beinahe die Behauptung aufstellen, die Schwierigkeit der Feststellung wachse mit der Feinheit der Schnitte, die zur Untersuchung dienen sollen. Dieser anscheinende Widerspruch löst sich leicht, wenn wir bedenken, dass mit der Feinheit der Schnitte die Gefahr zunimmt, eine mehr oder minder grosse Zahl von Papillen nicht in ihrer ganzen Länge in den Schnitt zu bekommen, sondern nur stückweise. Anderseits steigt die Gefahr, ein und dasselbe Körperchen auf mehreren Schnitten zu erhalten. Im ersten Fall ist das Ergebnis ein zu geringes; im zweiten Fall übersteigt die Summe der Körperchen aus einer Reihe von Schnitten, in welche ein gemessener Hautbezirk zerlegt worden ist, bei weitem die Wirklichkeit. Hieraus scheint sich zu ergeben, dass es zweckmässiger sei, für die Zählung dicke Schnitte, etwa solche vom mittleren Querschnitt einer Papille zu verwenden, die Herstellung dünnerer Schnitte dagegen nur für die Erforschung des histologischen Baues heranzuziehen. Die Gefahr, viele Tastkörperchen der Dicke der Schnitte wegen zu übersehen, lässt sich bis zu einem gewissen Grade umgehen, wie die ausgezeichneten Untersuchungen von Meissner[1] gezeigt haben. Die Anwendung von Flächenschnitten, d. h. von solchen, welche parallel der Hautoberfläche verlaufen, führt darum zu keinem sicheren Ergebnis, weil die Tastkörperchen keineswegs in gleichen Höhen liegen; es kommen zumal an gewissen Stellen beträchtliche Höhenunterschiede der Lage vor. Eine sichere Methode der Zählung ist dem Angegebenen zufolge also schwieriger, als es anfänglich scheint.

Es ist hier am Platze, der Untersuchungen Meissners zu gedenken und die Ergebnisse seiner Zählungen voranzustellen. Meissner bediente sich wesentlich verdünnter Lösungen des kaustischen Natron und der frischen Haut zur Beobachtung. Die Zählungen geschahen in der Weise, dass aus der frischen Haut ein Streifen von einer Linie Breite geschnitten und darauf eine Quadratlinie bezeichnet, aber nicht abgeschnitten wurde, um später bequemer schneiden zu können. Nachdem das Stückchen getrocknet worden war, wurden senkrechte Durchschnitte angefertigt, deren im Mittel 20 auf eine Quadratlinie kamen.

Bei einem erwachsenen Manne zählte Meissner auf einer Quadratlinie vom mittleren Teil des Index, Volarfläche, 108 (21)[2] Tastkörperchen und überhaupt ungefähr 400 Papillen. Auf 3 Gefässpapillen kam demnach eine Papille mit Tastkörperchen. Auf einer Quadratlinie vom mittleren Teil des zweiten Gliedes des Index fanden sich 40 (8), auf dem ersten Gliede nur 15 (3) Tastkörperchen. In der Haut über dem Mittelhandknochen des kleinen Fingers konnten auf einer gleich grossen Fläche 8 (1—2) Tastkörperchen gezählt werden. An der Plantarfläche des letzten Gliedes des Hallux standen

[1] G. Meissner, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut.* Leipzig 1853.
[2] Die eingeklammerten Zahlen enthalten die Reduktion auf 1 □Mm.

auf einer Quadratlinie ungefähr 34 (7) Nervenpapillen; in der Mitte der Planta pedis nur 7—8 (1—2).

Schnitte vom letzten Fingergliede, welche die Leisten unter rechtem Winkel trafen, liessen in einer Länge von einer Linie durchschnittlich je 4—5 Tastkörperchen erkennen. An parallel zu den Leisten geführten Schnitten konnten sie das eine Mal ganz fehlen, das andre Mal so reichlich gesehen werden, dass ihre Zahl in der Länge von 2 Linien bis zu 36 betrug.

Die nunmehr mitzuteilenden neuen Beobachtungen wollen nicht den Anspruch erheben, über die Summe der in einem bestimmten Flächenbezirk enthaltenen Tastkörperchen neue Ergebnisse zu liefern. Sie begnügen sich damit, die an feinen Querschnitten von gemessener Länge vorhandenen Tastkörperchen sicher anzugeben. Die frische Haut war in Chromsäure von $^1/_3$ Prozent, darauf in Alkohol gehärtet worden. Die Anfertigung dicker Schnitte würde in einer Zeit, in welcher solche von $^1/_{100}$ Mm. Dicke schon zu den gröberen gehören, entschiedenes Misstrauen erwecken. Die Haut, welche schon vor der Härtung von allem überflüssigen subkutanen Gewebe befreit worden war, gestattet mittelst des Mikrotoms mit Leichtigkeit Schnitte bis zu der genannten Feinheit zu gewinnen. Bei gehöriger Orientierung der Papillenrichtung zu dem Messer, ein Umstand der die sorgfältigste Behandlung in Anspruch nahm, lassen sich auf die erwähnte Weise Schnitte gewinnen, die mit oder ohne nachfolgende Tinktion völlige Sicherheit der Beurteilung gewähren.

Zur Untersuchung gelangten die einzelnen Tastballen der verschiedenen Ordnungen, das zweite und erste Fingerglied, der in dem Winkel zwischen den Tastballen der Mittelhand gelegene Hautbezirk, endlich die Haut aus der Mitte der Hohlhand. Alle hier zu erwähnenden Schnitte sind in Querrichtung über die Leistenreihen geführt worden. Von einigen zur Vergleichung mit denselben parallel mit den Leisten geführten Schnitten wird darauf die Rede sein.

1. Drittes Glied des Zeigefingers eines Knaben von sechs Jahren.

In 17 Schnitten von 102.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen der Reihenfolge nach = 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.0, 4.5, 8.0, 8.5, 8.0, 6.5, 8.0, 8.0, 8.0, 8.0 Mm.) befanden sich 14, 12, 11, 10, 16, 13, 11, 12, 17, 14, 26, 11, 13, 18, 18, 16, 19 zusammen 251 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Schnittlänge treffen hiernach durchschnittlich 24.0 Tastkörperchen.

2. Zweites Glied desselben.

In 12 Schnitten von 57.0 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen der Reihenfolge nach 5.0, 5.0, 4.5, 4.5, 4.5, 5.0, 4.5, 4.5, 4.5, 5.0, 5.0, 5.0 Mm.) befanden sich 4, 3, 2, 3, 5, 4, 3, 5, 3, 2, 4, 3, zusammen 41 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen hiernach 7.1 Tastkörperchen.

3. Erstes Glied des Zeigefingers eines erwachsenen Mädchens.[1]

[1] Die besonderen Umstände des chirurgischen Materials liessen es nicht zu, die Untersuchung der ganzen Reihe, wie es ausserdem erwünscht gewesen wäre, an einem und demselben Objekt vorzunehmen. Das wesentliche Ergebnis erfährt hierdurch indessen keine Änderung.

In 32 Schnitten von 198.0 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 6.0, 5.5, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 7.5, 7.0, 7.0, 7.0, 7.0, 7.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0 Mm.) befanden sich 3, 0, 4, 0, 2, 1, 4, 4, 4, 2, 3, 2, 4, 4, 0, 2, 2, 2, 3, 5, 1, 5, 5, 4, 4, 0, 2, 1, 2, 2, 1, 2, zusammen 80 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 4.0 Tastkörperchen.

4. Erster Tastballen 2. Ordnung (vorderes Ende der Spindel in der Gegend der Zwischenfingerspalte).

In 29 Schnitten von 172.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 7.0, 7.0, 7.0, 7.0, 7.5, 7.0, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 6.0, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 6.0, 6.0, 6.0, 5.5, 5.5, 6.0. 6.0, 6.0, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5 Mm.) befanden sich 3, 1, 0, 1, 1, 3, 1, 1, 1, 3, 1, 3, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 0, 2, 2, 0, 2, 2, 3, 3, 1, 3, 0, zusammen 47 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 2.7 Tastkörperchen.

5. Zweiter Tastballen 2. Ordnung.

In 41 Schnitten von 359.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 8.5, 8.5, 9.0, 8.5, 8.0, 9.0, 9.5, 9.0, 9.0, 9.0, 10.0, 9.5, 9.0, 8.0, 8.0, 8.0, 8.5, 9.0, 9.0, 8.5, 9.5, 7.0, 9.0, 9.5, 9.0, 8.5, 9.0, 8.5, 8.5, 7.5, 8.0, 9.0, 9.0 9.0, 9.0, 9.0 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0 Mm.) befanden sich 3, 7, 8, 5, 8, 8, 4, 5, 2, 2, 3, 3, 2, 4, 4, 7, 3, 5, 4, 3, 8, 4, 3, 2, 2, 4, 4, 3, 4, 2, 2, 5, 4, 5, 7, 5, 7, 5, 6, 4, 2, zusammen 178 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 5.0 Tastkörperchen.

6. Dritter Tastballen 2. Ordnung.

Auf 27 Schnitten von 248.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.5, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.5, 9.5, 9.5, 9.5, 9.5, 9.5, 9.5, 9.0, 9.5, 9.0, 9.0, 9.5, 9.5, 9.0, 9.0, Mm.) befanden sich 5, 6, 4, 6, 2, 6, 8, 5, 2, 4, 5, 2, 5, 6, 3, 9, 3, 4, 4, 5, 7, 3, 5, 5, 7, 6, 8, zusammen 135 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 5.4 Tastkörperchen.

7. Gebiet zwischen den Tastballen 2. Ordnung und der ersten Fingergelenkfurche, mit queren Leistenreihen.

Auf 12 Schnitten von 63.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.5, 5.0, 5.5, 5.5, 4.5, 4.5, 5.5 Mm.) befanden sich 0, 0, 0, 0, 2, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, zusammen 4 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 0.6 Tastkörperchen.

8. Mitte der Hohlhand.

Auf 20 Schnitten von 115.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 5.5, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 4.5, 6.0, 6.0, 6.0, 6.0, 5.0, 6.0, 4.5, 6.0 Mm.) befanden sich 0, 1, 1, 0, 1, 2, 3, 1, 2, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 2, 1, 1, 0, zusammen 20 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 1.7 Tastkörperchen.

9. Radialer Tastballen 3. Ordnung.

Auf 12 Schnitten von 103.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 8.5, 8.5, 8.5, 8.5, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 9.0, 8.0, 8.0, 8.5 Mm.) befanden sich 2, 3, 4, 3, 3, 2, 2, 3, 3, 2, 3, 2, zusammen 32 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 3.1 Tastkörperchen.

10. Ulnarer Tastballen 3. Ordnung.

Auf 12 Schnitten von 112.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 9.0, 9.0, 9.0, 9.5, 9.0, 9.5, 10.0, 10.0, 10.0, 9.5, 9.0, 9.0 Mm.) befanden sich 5, 3, 3, 4, 2, 4, 3, 4, 2, 4, 3, 2, zusammen 39 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 3.5 Tastkörperchen.

11. Parallel den Leistenreihen geführte Schnitte durch durch das zweite Fingerglied lieferten folgendes Ergebnis:

Auf 12 Schnitten von 57.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 5.0, 4.5, 4.5, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0, 4.5, 4.5, 4.5 Mm.) befanden sich 4, 4, 6, 7, 7, 3, 1, 5, 4, 4, 3, 6 zusammen 54 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 9.4 Tastkörperchen.

Man könnte daran denken, durch Aufsuchung von Mittelzahlen aus Parallelschnitten zu den Leisten den Gehalt einer bestimmten Fläche an Tastkörperchen zu berechnen. Es würde nur das Produkt der Mittelzahlen von Quer- und Längsschnitten zu nehmen sein. Die Absicht wird jedoch dadurch sehr erschwert, dass die aus Parallelschnitten gewonnenen Zahlen äusserst schwankende und differente an verschiedenen Schnitten sind, wie schon Meissner hervorhob. Es wurde darum von diesem Vorhaben abgesehen.

Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus der gegebenen Zusammenstellung ziehen?

Es stuft sich die Ausstattung der Hand mit Tastkörperchen nicht in der Weise ab, dass von einem hinteren Minimum eine stetige Zunahme erfolgte zu einem vorderen Maximum, sondern die Verteilung ist eine kompliziertere, zweckvollere, zahlreichere Ansprüche erfüllende. Das Fingergebiet hat eine in der Längsrichtung sich abstufende Versorgung, mit vorderem Maximum. Das Gebiet der Hohlhand aber zeigt eine konzentrische Abstufung, mit mittlerer, der Hohlhandmitte entsprechender Depression, welche von fünf Erhebungsbezirken umfasst ist, den Tastballen 2. und 3. Ordnung. Die drei vorderen dieser Erhebungen sind die bedeutenderen. Sie stehen jedoch zurück gegenüber dem vorderen Fingermaximum.

Die Ausstattung mit Pacinischen Körperchen scheint denselben Gesetzen zu folgen, wenn man auf sie die verschiedenen Plätze betrachtet.

So bleiben noch die epithelialen Nervenendigungen. Es muss der Zukunft überlassen bleiben, über ihre relative Häufigkeit Genaueres festzustellen. Zunächst aber sei über Versuche berichtet, welche sich mit der Feinheit des Raumsinnes der Hand beschäftigten.

Es ist durch die wichtigen Untersuchungen von Ernst Heinrich Weber gezeigt worden, dass zwei gleichzeitige und gleiche Tasteindrücke nur bis zu einem gewissen Punkte einander genähert werden dürfen, wenn wir sie gesondert wahrnehmen sollen; bei grösserer Annäherung erzeugen dieselben dagegen nur eine einfache Empfindung. Die Skala der Feinheit des Ortsinnes an verschiedenen Stellen der inneren Fläche der Hand ist nach Weber die folgende: Auf der Volarseite der letzten Fingerglieder rufen die Zirkelspitzen noch bei einer Linie Abstand doppelte Empfindung hervor, während bei der Volarseite des zweiten Fingergliedes die Grenze der gesonderten

Wahrnehmung bei zwei Linien, am dritten Fingergliede bei drei Linien liegt. Am Metacarpus des Daumens ist der Grenzabstand der Zirkelspitzen vier Linien.

Mit Rücksicht auf die neugewonnenen Grundlagen vorgenommene Untersuchungen führen nun zu folgenden Ergänzungen, beziehungsweise Veränderungen der von Ernst Heinrich Weber und seinen Nachfolgern erhaltenen Ergebnisse.

Der Grenzabstand der Zirkelspitzen beträgt am dritten Fingergliede 2 Mm.; am zweiten Fingergliede 4—4.5 Mm.; am ersten Fingergliede 5—5.5 Mm. 5—5.5 Mm. beträgt der Grenzabstand auch auf dem Gebiete der Tastballen 2. Ordnung. Am Daumenballen misst derselbe 6.5—7, am Kleinfingerballen 5.5—6 Mm. In der Mitte der Hohlhand beträgt er 8—9 Mm. Im distalen Dritteil des Vorderarms ergeben sich 15 Mm. Sämtliche Zahlen beziehen sich auf dieselbe vordere Extremität.

Es sei bemerkt, dass ausser der einfachen Aufsetzung beider Zirkelspitzen auch ein anderes Verfahren geübt wurde, welches rascher und sicherer zum Ziele führt. Man kann dasselbe im Gegensatze zu dem erwähnten Punktverfahren als Strichverfahren bezeichnen. Die beiden Zirkelspitzen wurden nämlich gleichzeitig, unter gelindem Druck und mit mässiger Geschwindigkeit in gerader Richtung über einen kleinen Bezirk der zu untersuchenden Haut hingeführt. Als das Zweckmässigste erwies sich ferner, nach der Methode der allmählichen Verminderung des Zirkelabstandes vorzugehen, d. h. anfänglich zu grosse Zirkelabstände zu wählen, bis allmählich die Empfindung zweier Punkte oder Striche in die Empfindung eines einzigen Zeichens sich auflöste.

Man erkennt ohne weiteres, in wie hohem Grade das physiologische Ergebnis mit den anatomischen Thatsachen übereinstimmt.

V. Die Tastballen der Affenhand.

Noch niemals wurde bei der Untersuchung eines höheren Organismus ein tiefer stehender in Betrachtung gezogen, ohne dass von letzterem irgend ein erklärender Strahl auf ersteren zurückgefallen wäre. So verhält es sich auch mit dem uns beschäftigenden Gegenstand. Teils war es der in dieser Abhandlung verfolgte entwickelungsgeschichtliche Weg, der die Aufmerksamkeit geschärft und sie auf früher kaum bemerkte Besonderheiten hingelenkt hatte, teils die Berücksichtigung der Verhältnisse bei denjenigen Tieren, welche im zoologischen System dem Menschen am nächsten stehen.

Schon frühere Beobachter haben nicht versäumt, die Hautleisten der Affenhand mit denjenigen des Menschen zu vergleichen. Insbesondere sind es die Beobachtungen von Purkinje, deren Ergebnisse der Vergessenheit ent-

rissen zu werden verdienen. Ihrer ist bereits im historischen Abschnitt in ausführlicher Weise gedacht worden und kann ich mich an dieser Stelle auf die dort gegebene Würdigung beziehen.

Gehen wir zu den neu angestellten Beobachtungen über, so zerfallen dieselben in zwei Teile. Der erste untersucht die äussere Beschaffenheit der Haut der Affenhand; der zweite beschäftigt sich mit den Beziehungen des Nervensystems zu derselben.

Von niederen Affen hatte ich Gelegenheit, mehrere Arten der Untersuchung unterwerfen zu können. Das Material stammt wesentlich aus dem hiesigen, in Entstehung begriffenen zoologischen Garten, welchen ich mir erlaube der ferneren eingehenden Fürsorge der hiesigen Behörden dringend zu empfehlen. Erfreulicherweise ist mit dieser Fürsorge ein vielversprechender Anfang bereits gemacht worden. Zoologische Gärten bilden nicht allein ein Hilfsmittel für Universitäten, einen Schmuck der Städte, welche gross genug sind, Anlagen dieser Art ins Leben zu rufen und zu erhalten. Sie sind auch ein nicht zu unterschätzendes Bildungsmittel für alle Teile der Bevölkerung. Teils sind es zahlreiche und wichtige Kenntnisse, die Jung und Alt hier zu sammeln Gelegenheit finden. Wichtiger aber erscheint vielleicht noch ein andrer Gesichtspunkt. An keinem andern Platze bietet sich mehr Gelegenheit, den grossen Unterschied zwischen Mensch und Tier in eindringlicherer und doch weniger auffallender Weise dem Beschauer zum Bewusstsein zu bringen als gerade hier. Man vergleiche in dieser Beziehung die interessanten Mitteilungen von Dr. Bodinus, welcher konstatierte, dass Excesse in zoologischen Gärten geradezu nie vorkommen. Das heisst mit andern Worten: nirgends fühlt der Mensch stärker das Bedürfnis und dringender die Aufforderung, seinen Abstand vom Tier zu einem möglichst breiten und tiefen zu machen, als hier.

Bei der Untersuchung niederer Affen ergab sich bald, dass bei verschiedenen Spezies gewisse Unterschiede in der Beschaffenheit der Tastballen vorkommen. Es liess sich erwarten, dass selbst innerhalb derselben Spezies Modifikationen der Beschaffenheit nicht fehlen würden. Da den bei verschiedenen Species erwarteten eigentümlichen Merkmalen ein grösseres Interesse abzugewinnen war, so war damit der Weg der Untersuchung klar vorgezeichnet. Insbesondere richtete sich das Augenmerk auf die höchststehenden Affen, die Anthropoïden.

Würde uns der Schlüssel für das rechte Verständnis der fraglichen Gebilde noch fehlen, so würde hier die Möglichkeit nicht ausgeschlossen sein, bei dem Gewirre der mancherlei Erscheinungen vielleicht auf Irrwege zu geraten. Da uns dieser Schlüssel aber durch die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung des III. Abschnittes bereits geliefert wurde, so wird uns nicht allein der Weg ungemein erleichtert, sondern wir werden auch mit dem Zutrauen erfüllt, nur wohlübersehbaren Dingen begegnen zu können.

Zeichnungen wurden entworfen, Gypsabdrücke hergestellt; wo am lebenden Objekt grössere Eile erforderlich war, mussten rasch gemachte Thonabdrücke genügen. So stellte sich nach und nach und in Verbindung mit Abdrücken

der menschlichen Hand, eine kleine Sammlung jener zierlichen Gebilde ein, die uns, neben natürlichen Objekten selbst, das Material zu der folgenden Darstellung an die Hand gibt.

a. Äussere Merkmale.

Mehr noch als bei dem Menschen, begegnen wir bei dem Affen der vorwiegend konzentrischen Anordnung der Leisten der Tastballen. Schon ein Blick auf die von PURKINJE gegebene Abbildung der Tastballen von Inuus ecaudatus, von welcher unsre Figur 28 eine verkleinerte Kopie ist, macht dies deutlich. Auffallenderweise jedoch ist die konzentrische Anordnung in den Tastballen 2. Ordnung[1] der Affen (Inuus ecaudatus, Macacus erythraeus, Macacus nemestrinus, Cercocebus fuliginosus, Cebus capucinus, Cercopithecus Diana, Cercopithecus Sabaeus, Cynocephalus porcarius) weit stärker ausgeprägt als bei dem Menschen. Wir haben hier von kleinen Ringwällen (den Leisten) bedeckte, zitzenförmige Hügel vor uns, die durch ihre Höhe und Wölbung überraschen. Ebenso bilden die Leisten des ulnaren Tastballens 3. Ordnung kreisförmige Figuren. Bei den Tastballen 2. Ordnung des Menschen (Fig. 29 Taf. II) ist der longitudinale Charakter der Leisten stärker ausgesprochen, wodurch die Tastballen Spindelform u. s. w. erhalten. Umgekehrt ist bei den Affen in der Leistenaufreihung der Endphalangen der longitudinale Charakter in den Vordergrund gestellt. Man kann hiernach nicht ohne eine gewisse Berechtigung sagen, die Form der Tastballen 1. und 2. Ordnung sowie ihre Leistenaufreihung sei bei dem Menschen und den niederen Affen gleichsam vertauscht.

Zur notwendigen Ergänzung des Mitgeteilten ist sofort hinzuzufügen, dass die konzentrische Aufreihung der Leisten in den Tastballen 2. und 3. Ordnung der Affen keineswegs notwendig in lauter konzentrischen geschlossenen Ringen bestehen muss. Im Gegenteil finden sich auch hier ungeschlossene, nach der einen oder andern Seite offene, d. i. sinuöse Ringe oder auch der Vortex duplicatus vor, Gebilde, die uns von den Endphalangen der menschlichen Hand bereits genau bekannt sind. In einigen Fällen wurde, ebenfalls analog der menschlichen Hand, auch eine Verdoppelung des ulnaren Tastballens 3. Ordnung, sowie des Tastballens 2. Ordnung am Hypothenar beobachtet. Nach der früher versuchten Erklärung wird niemand in diesen Befunden irgend etwas Unerwartetes, neuerdings der Beurteilung Bedürftiges erblicken können.

In den Figuren 31—35 ist eine Reihe von Abbildungen gegeben, welche die beschriebenen Verhältnisse näher erläutern.

Fig. 31 zeigt den Tastballen 1. Ordnung des Mittelfinger von Macacus erythraeus.

---

[1] Das dem radialen Tastballen 3. Ordnung des Menschen entsprechende Gebilde der Affenhand liegt bei den Affen, wohl zusammenhängend mit der Kleinheit des Daumens, am vorderen Ende der Mittelhand und bildet einen Tastballen 2. Ordnung. Es ist bei ihnen nach dieser Rechnung also nur ein Tastballen 3. Ordnung vorhanden, derjenige der Ulnarseite.

Fig. 32 gibt den Tastballen 2. Ordnung der Radialseite, Fig. 33 den zwischen drittem und viertem, Fig. 34 den zwischen viertem und fünftem Finger gelegenen Tastballen desselben Tieres wieder. In Fig. 35 ist der mächtige Tastballen 3. Ordnung desselben Tieres dargestellt. Alle vier Figuren sind bei 4facher Vergrösserung mit dem Prisma aufgenommen.

Was die äusseren Merkmale der Tastballen der Anthropoïden betrifft, so bot sich die günstige Gelegenheit, dieselben an einem Gorilla und einem Schimpanse zu untersuchen.

Im Berliner Aquarium war damals der schon längst telegraphisch gemeldete „Star", der kleine Gorilla angekommen und er wurde bei Gelegenheit einer auch aus anthropologischen Zwecken vorgenommenen Berliner Reise aufgesucht. Herr Dr. Hermes, Direktor des Aquariums, gestattete mir auf das freundlichste den Zutritt zu demselben und ich hatte so Gelegenheit, zu wiederholten Malen den kleinen zutraulichen Patron genauer besichtigen zu können. Die Wiedergabe eines Tastballens 1. Ordnung findet sich in Fig. 36 von Taf. II. Man sieht, es ist dieselbe Aufreihung vorhanden, wie bei den niederen Affen; unten ist das System nicht geschlossen, da dasselbe mit der Gelenkfurche zusammenfällt. Ein gleiches Bild oder wenigstens ungemein ähnliche zeigten sich an den übrigen Fingerbeeren.

Die Tastballen 2. und 3. Ordnung waren von den gewöhnlichen der niederen Affen wesentlich verschieden. Schon bei dem ersten Anblick fiel es sofort auf, dass hier die stark hervortretenden zitzenförmigen Ballen fehlten; an Stelle derselben waren vielmehr Hautflächen vorhanden, die, ganz ähnlich den Tastballen 2. Ordnung der Menschenhand, nur unwesentlich durch Höhenunterschiede von der Umgebung sich abgrenzten.

Am Daumenballen liess sich keine besonders hervortretende Figur bemerken; die Linien verliefen dort auf dem ganzen Gebiete von der Aussenseite des Tastballens zwischen dem Zeige- und Mittelfinger bis herauf zum Karpalgelenke der Hand ziemlich parallel dem Sulcus oppositionis pollicis.

Von den übrigen drei Tastballen war der nächste zwischen dem Zeige- und Mittelfinger eine lange, nach dem Fingerinterstitium zu geschlossene, nach der entgegengesetzten Seite offene Spindel, wie sie sich beim Menschen gewöhnlich ebenfalls an dieser Stelle vorfindet und bereits als unvollkommene Spindel beschrieben worden ist (siehe Fig. 29, Taf. II).

Die zwei andern Ballen waren teilweise nicht unähnlich denen 1. Ordnung; in der Mitte verliefen einige gestreckte Ellipsen, die nach aussen zu sich immer mehr bogen, bis sie einen kreisähnlichen Charakter angenommen hatten.

Nach der Hohlhand zu, also nach hinten, waren dieser Bögen weniger, als nach der Seite der Fingerinterstitien; dort konvergierten alle Linien, auch die äussersten, scharf gegen einander und bildeten ziemlich einen spitzen Winkel. So entstand etwa das Bild zweier Keulen.

Über den ulnaren Tastballen 3. Ordnung vermag ich nicht viel zu sagen. Die Linien verliefen anders als in der Umgebung; die spezielle Art ihrer Anordnung konnte jedoch nicht genauer präzisiert werden.

Es ist nach Vorigem leicht zu bemerken, dass auch die intermediären Tastflächen, also die zwischen den Tastballen gelegenen Bezirke, einen teilweise andern Linienverlauf darboten. Bei den niederen Affen entstehen dieselben durch die äussersten Ausstrahlungen der verschiedenen mehr konzentrisch geordneten Tastballen selbst und sind eigentlich nur die Übergänge der einen in die andern Tastballen. Bei unserm Gorilla, der diesen vorwiegend konzentrischen Charakter nicht darbot, hatten dieselben einen grösseren Flächenraum inne und waren darin denjenigen der Menschenhand ähnlich. Zwischen Thenar und Hypothenar zogen die Linien ziemlich parallel longitudinal herab und hingen vorn mit den Ausläufen der zwischen den drei Fingerinterstitien gelegenen Tastballen zusammen.

Meine Bemühungen, an einem andern kleinen in Spiritus konservierten Gorilla einige nachhelfende Studien zu machen, waren erfolglos, da man an ihm durchaus nichts Feineres mehr zu erkennen vermochte.

Weniger Mühe verursachte die Untersuchung eines schönen, grossen, weiblichen Schimpanse, den ich im hiesigen zoologischen Institut zu beobachten Gelegenheit hatte. Figur 37, Taf. II gibt den Tastballen 1. Ordnung des Mittelfingers der rechten Hand.

Man bemerkt hier sofort wieder die zierliche Aufreihung der Leisten des Affentypus. In der Mitte des Systems liegen in dieser Figur nicht vollkommen ausgebildete lange Ellipsen; vielmehr biegen die mittleren Linien unten nach verschiedenen Seiten um, so dass in etwas das Bild eines Vortex duplicatus entsteht.

Die übrigen Fingerbeeren der rechten und linken Hand sind dieser in der Hauptsache gleich, bei mehreren aber die mittleren Ellipsen vollkommener ausgeprägt.

Die Tastballen 2. Ordnung waren bei dem Schimpanse, wie bei dem Gorilla, von dem Typus der niederen Affen verschieden.

Zwischen dem vierten und fünften Finger der linken Hand befand sich etwa 1 Ztmr. von dem Interstitium entfernt ein Gebilde, wie es Fig. 38, Taf. II wiedergibt, also ein Sinus mit hinterer keulenförmiger Anschwellung. Eigentümlicherweise strahlen seine ungeschlossenen Linien nicht in das unmittelbar vor ihm gelegene Interstitium, sondern in das nächste, zwischen drittem und viertem Finger gelegene aus.

Zwischen dem zweiten und dritten Finger — etwa 2 Ztmr. vom Interstitium entfernt — lag eine ähnliche keulenförmige Figur, die jedoch umgekehrt das offene Ende nach der Hohlhand, das geschlossene den Fingern zukehrte. In dem zwischen diesen beiden Ballen liegenden Raum sah man eine breite, vorn an dem Interstitium zwischen zweitem und drittem Finger geschlossene, hinten offene, also unvollkommene Spindel. Während sie sich radialwärts scharf von dem keulenförmigen Sinus abhob, gingen ihre ulnaren Linien allmählich in die des abgebildeten benachbarten Tastballens zwischen dem vierten und fünften Finger über.

Am Daumenballen bemerkte man an der gewöhnlichen, den Affen zu-

kommenden Stelle einen Fleck von etwa quadratischer Gestalt, der am ehesten einen nur auf der ulnaren Seite ausgebildeten Sinus darstellte; auf der radialen Seite schlossen sich die Linien nicht konzentrisch zusammen, sondern nahmen einen divergierenden Verlauf.

Der Ulnarballen 3. Ordnung, dessen prägnantester Teil in Fig. 39 Taf. II abgebildet ist, hatte einen grossen dreieckigen Bezirk inne. Die kurze Seite des Dreiecks verlief von hinten nach vorn und zugleich leicht radialwärts. Die beiden andern etwa gleich langen Seiten konvergierten gegen die Mitte der Hohlhand. Der verwickelte Lauf der Linien des wichtigsten Teils ist aus der Figur ohne weiteres ersichtlich und bedarf keiner Beschreibung.

Von den Tastballen 2. Ordnung rechts waren der unterhalb des Interstitiums zwischen zweitem und drittem Finger und der benachbarte mittlere wieder dieselben wie links. Der zwischen viertem und fünftem Finger gelegene war eine schöne Spirale, die sich nach allen Seiten hin deutlich von der Umgebung abgrenzte.

Die äusseren den Daumenballen umgebenden Linien verliefen ganz ähnlich wie beim Menschen dem Sulcus oppositionis pollicis parallel. Die innersten derselben hatten nur in ihrem distalen Teil denselben Verlauf, proximalwärts bogen sie rascher um und zogen in einer mehr transversalen Richtung nach aussen. Eine besondere Figur war ausserdem nicht zu bemerken.

Von dem ulnaren Ballen 3. Ordnung gilt dasselbe wie links.

Ein im zoologischen Garten in Hamburg befindlicher Schimpanse bot an einigen Fingerbeeren eine Form, die der vom Menschen gekannten, in Figur 30 b nach Purkinje wiedergegebenen Stria longitudinalis centralis sehr nahe kam. Die übrigen waren denen des ersterwähnten Schimpanse gleich.

Der Tastballen 2. Ordnung des Daumens war rechts ein schöner Vortex duplicatus; der linke stimmte nicht in ein Schema, er glich am meisten einem Sinus von transversaler Richtung, der aussen geschlossen, innen offen war.

Die drei übrigen Tastballen 2. Ordnung liessen sich infolge der grossen Unruhe des Tieres nicht genau präzisieren; jedenfalls waren jedoch keine auffallenderen Figuren daselbst vorhanden. Sie schienen meist nur unvollkommene sinus- oder spindelartige Gebilde zu sein.

Der ulnare Tastballen 3. Ordnung war rechts wie links ein schräg liegender innen geschlossener, nach aussen offener Sinus.

Von der Verwertung andrer im Berliner zoologischen Garten befindlicher schöner Schimpansen musste ich leider absehen, da es trotz mehrfacher Versuche nicht gelang, dieselben nur auf kurze Zeit ruhig zu erhalten.

b. Mikroskopische Untersuchung.

Die Untersuchungsmethoden waren dieselben, welche bereits oben für die Hand des Menschen angegeben worden sind. Es gelang, in den Besitz der frischen Haut eines Macacus eythraeus zu kommen. Folgende Teile der Haut der Hand dieses Tieres dienten zur Zerlegung in mikroskopische Schnitte, welch letztere überall in querer Richtung durch die Leistenreihen angelegt

wurden: drittes, zweites und erstes Glied des Zeigefingers; Tastballen 2. Ordnung zwischen Zeige- und Mittelfinger; ulnarer Tastballen 3. Ordnung; ein Teil der Haut aus der Mitte der Hohlhand.

Die vorgenommene Zählung der in den einzelnen Schnitten enthaltenen Tastkörperchen führte zu folgendem Ergebnis:

1. Drittes Glied des Zeigefingers von Macacus erythraeus.

In 19 Schnitten von 125.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 7.0, 6.0, 8.0, 7.5, 6.5, 7.0, 7.0, 7.0, 7.5, 6.5, 6.0, 5.5, 6.5, 5.5, 4.5, 5.5, 7.5, 7.0, 7.5 Mm.) befinden sich 9, 6, 7, 11, 5, 11, 11, 8, 5, 4, 8, 9, 5, 4, 6, 9, 4, 6, 6, zusammen 134 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Schnittlänge treffen also durchschnittlich 10.7 Tastkörperchen.

2. Zweites Glied desselben Fingers.

In 12 Schnitten von 50.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 3.5, 4.5, 3.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 3.5, 4.0 Mm.) befinden sich 1, 2, 3, 2, 4, 2, 2, 1, 2, 2, 3, 4, zusammen 28 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 5.5 Tastkörperchen.

3. Erstes Glied desselben Fingers.

In 13 Schnitten von 57.0 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.5, 4.0, 4.0, 4.5, 4.5, 4.0, 4.5, 4.5, 4.5 Mm.) befinden sich 1, 1, 1, 2, 0, 2, 2, 2, 1, 3, 1, 1, 2, zusammen 19 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 3.3 Tastkörperchen.

4. Tastballen 2. Ordnung zwischen Zeige- und Mittelfinger.

In 18 Schnitten von 104.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 5.5, 6.0, 6.0, 5.5, 6.0, 5.5, 6.0, 6.0, 6.0, 6.5, 5.5, 6.0, 5.5, 6.0, 6.0, 5.5, 5.0, 6.0 Mm.) befinden sich 4, 9, 4, 5, 6, 6, 6, 5, 5, 7, 8, 5, 5, 6, 10, 3, 3, 9, zusammen 106 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 10.1 Tastkörperchen.

5. Ulnarer Tastballen 3. Ordnung.

In 12 Schnitten von 126.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 10.0, 10.5, 10.5, 11.0, 11.0, 10.5, 10.0, 10.0, 11.0, 11.0, 10.5, 10.5 Mm.) befinden sich 6, 13, 7, 9, 12, 11, 8, 10, 8, 6, 7, 8, zusammen 105 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 8.3 Tastkörperchen.

6. Haut aus der Mitte der Hohlhand.

In 12 Schnitten von 80.5 Mm. Gesamtlänge (Einzellängen 6.5, 6.5, 7.0, 6.5, 6.5, 7.0, 7.0, 7.0, 6.0, 7.0, 7.0, 6.5 Mm.) befinden sich 4, 2, 2, 3, 2, 3, 2, 3, 3, 2, 3, 2, zusammen 31 Tastkörperchen. Auf 10 Mm. Länge treffen also 3.9 Tastkörperchen.

Beschaffenheit der Tastkörperchen.

Was die Beschaffenheit der an der Hand des Menschen und Affen beobachteten Tastkörperchen betrifft, so ist zuerst hervorzuheben, dass keine der verschiedenen Stellen der Hand sich durch besondere Arten von Tastkörperchen auszeichnete; vielmehr kamen allerorten im wesentlichen gleichbeschaffene Körperchen vor. Selbst an Grösse sind die Tastkörperchen der hinteren Tastballen von denjenigen der vorderen Gebiete nicht notwendig unterschieden,

obwohl grosse Formen an den vorderen Tastballen verhältnismässig häufiger wiederkehren. Neue, bis jetzt noch nicht beschriebene Formen von Körperchen sind nicht gefunden worden. Kleine, grosse, kurze, lange, schmale, breite, in mehrere Stücke zerlegte, hufeisenförmig nach der einen oder andern Richtung umgebogene, in der Mitte zurückgebogene und wieder aufwärts strebende Körperchen liessen sich an den verschiedensten Bezirken wahrnehmen. Der feinere Bau der Tastkörperchen ist in den letzten Jahren so vielfältig der Gegenstand sorgfältiger und weittragender Untersuchungen gewesen, dass dem bereits Bekannten, insbesondere der Art und Weise der Nervenendigung selbst, kaum noch etwas hinzuzufügen übrig bleibt. Es sei darum hier nur ein Verhältnis hervorgehoben, welches die Abgrenzung des Tastkörperchens gegen seine Umgebung betrifft. An vielen Schnittpräparaten von Tastkörperchen des Menschen und des Affen (Macacus) konnte deutlich eine vielleicht nicht überall vollständige, dünne endotheliale Hülle als äusserste Schicht des Tastkörperchens unterschieden werden. Man vergleiche in dieser Hinsicht Fig. 14 a und b, wovon erstere den Längsschnitt eines Tastkörperchens des Menschen, letztere einen solchen von Macacus wiedergibt.

Was die Beurteilung der Ergebnisse am Affen betrifft, so geht aus denselben noch deutlicher als aus den Verhältnissen der menschlichen Hand hervor, dass wir es in der Affenhand mit bedeutenden lokalen Konzentrationen des Tastvermögens auf die Tastballen zu thun haben.

Auch Vater-Pacinische Körperchen finden sich in diesen Herden gleichfalls in hervorragender Weise angehäuft.

Genauere Ausführungen in dieser Hinsicht sind späterer Gelegenheit vorbehalten.

VI. Anthropologische Verwertung.

Im Begriffe, uns dem letzten Abschnitt dieser Abhandlung zuzuwenden, möge dem Leser jener bereits früher citierte treffliche Ausspruch Purkinjes lebhaft vor die Seele treten, in welchem dieser Forscher, wie so viele vor und nach seiner Zeit, die Hand des Menschen mit Bewunderung preist. Zugleich aber ist hier in Erinnerung zu bringen, dass im vorausgehenden die menschliche Hand zwar eingehend auf die Gliederung ihres Tastapparates untersucht worden ist, dass aber die menschliche Hand so wenig wie der Mensch selbst ein morphologisch streng Fixiertes ist. Wenn schon die Hand Einheimischer Schwankungen in dem Aufbau ihres Tastapparates zeigt, wie vielmehr dürfen wir dies erwarten von der Hand verschiedener Rassen oder ihrer grösseren Untergruppen. Den Breitengrad solcher vermuteten Schwankungen festzustellen oder nur ihre Existenz nachzuweisen, musste gewiss von vornherein als ein anziehender, bei einigermassen ausgedehnter Umschau nicht undankbarer Gegenstand erscheinen.

Der Bewältigung dieser Aufgabe standen, wie sich leicht denken lässt, Schwierigkeiten mehrfacher Art entgegen. Wohl befindet sich vielleicht in in diesem oder jenem Museum das eine oder andre, auf zufälligem Wege oder in bestimmter Absicht hineingebrachte Material. Da dasselbe aber in Weingeist aufbewahrt zu werden pflegt, so blieb es fraglich, inwieweit selbst bei gegebener Gelegenheit dasselbe nur benutzbar wäre. Weit leichter musste es erscheinen, an den Händen Lebender die nötigen Beobachtungen anzustellen. Nachdem einmal dieser Plan gemacht war, kam der Ausführung desselben manche unerwartete günstige Gelegenheit entgegen, die denn auch sofort benutzt wurde. Schon hier in Leipzig befanden sich sowohl an der Universität, als auch am Konservatorium für Musik, an der Handelsschule und mehreren andern öffentlichen Lehranstalten Vertreter fremder Rassen; solcher lebten auch ausserdem, wie eine genauere Nachforschung ergab, mehrere in privaten Lebensstellungen. Selbst die jährlich öfter wiederkehrende Flut der Messen spülte einiges anthropologisch verwertbare Material ans Ufer.

Von Städten kam ferner besonders Berlin in betracht, das unschwer zu erreichen war. Rascher als es anfänglich möglich zu sein geschienen hatte, war so ein Material gesammelt, in welchem auch Angehörige derjenigen Rassen nicht fehlten, auf welche von Anfang an der Blick sich besonders hatte richten müssen und worauf die Wünsche sich erstreckten. In wünschenswert ausgiebiger Weise wird die Untersuchung allerdings nicht bei uns, sondern an den Quellen selbst von Beobachtern, welche dieselben aufsuchen, von Forschungsreisenden also, zu führen sein.

Was das auf die genannte Weise bis jetzt gewonnene Material betrifft, so wurden, wo es irgend anging, Abdrücke aus dem einen oder andern Stoffe (Gyps, Thon, Wachs) hergestellt; im Notfall musste die Zeichnung aushelfen.

Asiaten.

Ich beginne die folgenden Betrachtungen mit Asiaten und zwar gleich mit der mongolischen Rasse, von welcher ich mehrere Vertreter untersuchen konnte.

Dies waren zunächst zwei Chinesen; von ihnen stammte der eine aus Chikian, der andre aus Shanghai. Die wohlgepflegte und schön gebaute Hand des jüngeren Chinesen aus Chikian eignete sich besser zur Untersuchung, als die des älteren, welch letztere als deutliche Spuren emsiger Arbeit überall stark verwischte Liniensysteme erkennen liess. An der rechten Hand des jüngeren zeigten die Endphalangen des fünften bis dritten Fingers den Sinus obliquus, der ulnarwärts offen war; der zweite Finger trug einen auf kleinen Raum begrenzten Vortex duplicatus, der Daumen vollständige Kreislinien.

Von den Tastballen 2. Ordnung hatte der zwischen dem dritten und vierten Finger liegende die gewöhnliche, in Fig. 29 dargestellte Spindelform; der zwischen zweitem und drittem, wie der zwischen viertem und fünftem Finger gelegene waren unvollkommene Spindeln. Unterhalb der mittleren Spindel lagen nach hinten konvexe Bögen, welche nach beiden Seiten in die zwei äusseren Tastballen übergingen.

Der Tastballen 3. Ordnung der Kleinfingerseite präsentierte allenthalben ziemlich genau transversal verlaufende Linien, welche nach der Vola zu in stumpfen Winkeln sich mit den dort längs verlaufenden Linien vereinigten.

Der Tastballen 3. Ordnung der Daumenseite bot ebenfalls keine Abnormitäten dar; ebensowenig die intermediären Bezirke.

Der ältere Chinese liess an den Endgliedern vom Daumen und Mittelfinger einen gewöhnlichen Vortex duplicatus erkennen; die drei andern Finger zeigten Bildungen, die entschieden an den in Fig. 36 und 37 dargestellten Affentypus jener Endglieder erinnerten. Im Zentrum dieser Bildungen befanden sich nämlich 4—6 elliptische, unter sich kommunizierende Leisten von so gestreckter Bahn, dass sie parallelen Linien sich näherten. Nach aussen davon folgten mehr abgerundete Systeme.

Die Tastballen 2. Ordnung boten nichts Besonderes dar. Zwischen dem vierten und fünften Finger fand sich ein nach vorn offener, hinten schön abgerundeter Sinus; zwischen dem dritten und vierten Finger, wie zwischen dem zweiten und dritten Finger waren unvollkommene Spindeln vorhanden.

An den Tastballen 3. Ordnung waren auf der Kleinfingerseite transversale, auf der Daumenseite die gewöhnlichen Bogenlinien der Fig. 29 vorhanden.

Ferner waren zwei an der hiesigen Universität studierende Japanesen so freundlich, mir eine genauere Besichtigung zu gestatten.

Der eine derselben zeigte auf beiden Händen an den Tastballen 1. Ordnung des Daumens, des zweiten, dritten und fünften Fingers den Sinus obliquus, an dem vierten Finger die Spirale.

Von den Tastballen 2. Ordnung stellte der zwischen dem zweiten und dritten, wie auch der zwischen dem dritten und vierten Finger gelegene eine unvollkommene Spindel dar; dafür war eine auch hinten geschlossene Spindel zwischen dem vierten und fünften Finger vorhanden.

Die Tastballen 3. Ordnung hatten gewöhnliche Form.

Der andre Japanese zeigte rechts am Daumen eine Spirale, an den übrigen Fingern den Vortex duplicatus. Ebenso war links dieser letztere Typus an allen Fingerbeeren vorhanden ausser am fünften Finger, wo sich ein Sinus obliquus fand.

Die Tastballen 2. Ordnung zeigten rechts zwischen dem dritten und vierten Finger den gewöhnlichen Sinus, zwischen den übrigen unvollkommene Spindeln; links letztere nur zwischen dem zweiten und dritten Finger, während zwischen den beiden andern je ein von Bögen umgebener Sinus vorhanden war, welche an den sich anschauenden Seiten konfluierten.

Der Tastballen 3. Ordnung an der Daumenseite der linken Hand zeigte nach der Vola zu die gewöhnlichen, der Oppositionsfurche des Daumens parallel laufenden Linien; nach aussen und hinten aber bogen die radialwärts gelegenen derselben wieder um, so dass ein Sinus entstand, dessen mittlere Leiste, etwa 1 Zmtr. lang, beinahe longitudinal verlief. Von dem Interstitium zwischen dem

Daumen und Zeigefinger her kam diesem Gebilde abermals ein etwa nur 1 Zmtr. langer schmaler Sinus mit seinem geschlossenen Ende entgegen; letzterer sass somit an der Stelle, wo wir den Daumenballen bei den meisten Affen antreffen.

Der Tastballen der Kleinfingerseite zeigte keine Besonderheiten.

An der rechten Hand waren die Tastballen 3. Ordnung die gewöhnlichen.

Es konnten ferner zwei von türkischen Eltern stammende junge Leute und drei Herren aus Armenien, die teils studienhalber, teils zufällig hier anwesend waren, untersucht werden.

Die Türken boten zunächst nicht viel Absonderliches dar. An den Tastballen 1. Ordnung zeigten sich bei dem einen folgende Formen:

Rechts am Daumen der Sinus obliquus, am zweiten bis vierten Finger die Spirale, am fünften Finger die Mandel.

Links am Daumen und dritten Finger ebenfalls der Sinus obliquus, am zweiten der Kreis, am vierten die Mandel, am fünften ein kleiner Vortex duplicatus.

Von den Tastballen 2. Ordnung hatten beiderseits nur die zwischen dem dritten und vierten Finger gelegenen die Form von Spindeln. Die zwischen dem zweiten und dritten, sowie vierten und fünften Finger gelegenen zeigten hingegen die Form der unvollkommenen Spindel.

Die Tastballen 3. Ordnung waren ohne Besonderheiten.

Der andre Türke zeigte am Daumen eine Spirale, an den übrigen Fingern Ellipsen und zwar auf beiden Seiten in gleicher Weise.

Von den Tastballen 2. Ordnung waren ebenfalls nur die mittleren beiderseits richtige Spindeln. Die rechte hatte unten eine Naht, in der sich die zwei nach innen konkaven Liniensysteme miteinander vereinigten.

Die Tastballen 3. Ordnung waren links die gewöhnlichen. Rechts hatte der am Daumen einen nach innen und oben geschlossenen, nach aussen und hinten weit offenen Sinus. In der Mitte desselben zogen mehrere Linien einander vollständig parallel in schief von innen-vorn nach hinten-aussen gerichtetem Verlaufe.

Auch die Armenier boten einiges Interessante. Herr Sh. aus Tiflis zeigte an dem Tastballen 1. Ordnung des vierten Fingers der linken Hand eine Spirale, deren Windungen nach hinten weiter von einander abstanden, als nach vorn zu.

Auch an dem dritten Finger fand sich eine eigentümliche Form, indem ein gewöhnlicher Sinus obliquus in seiner Mitte eine Spirale einschloss.

Die übrigen Finger waren ohne wesentliche Besonderheiten: Am Daumen und Zeigefinger bemerkte man den Sinus obliquus, am fünften eine Spirale, die den ersten Übergang zu einem Vortex duplicatus darstellte.

An den Tastballen 1. Ordnung der rechten Hand lagen die Verhältnisse einfacher: Der Daumen hatte einen Vortex duplicatus, der zweite bis fünfte Finger Spiralen.

Der Tastballen 2. Ordnung zwischen dem zweiten und dritten Finger der linken Hand war den Leisten nach am besten als Zwischenstufe zwischen der Spindel- und Sinusform zu bezeichnen; vorn waren die Linien nicht vollständig genug geschlossen, um eine Spindel, hinten nicht genügend abgerundet, um einen Sinus zu bilden.

Der Tastballen zwischen dem dritten und vierten Finger stellte dafür einen reinen Sinus dar, der vorn offen, hinten durch schöne Bogenlinien geschlossen wurde.

Der Tastballen zwischen dem vierten und fünften Finger war eine lang ausgezogene Spindel, von schräg von vorn-aussen nach innen-hinten gerichtetem Verlaufe. Die Linien schlossen sich erst gegenüber dem mittleren Tastballen.

Übereinstimmend verhielten sich die Tastballen 2. Ordnung rechterseits.

Der Tastballen 3. Ordnung der Daumenseite war links auffallender gestaltet als rechts. Dort befand sich eine Figur, deren äusserste Linien beinahe ein Rechteck bildeten, welches mit seiner Längsachse schief von innenhinten nach vorn-aussen lag. Mehr nach dem Zentrum der Bildung zu wurden die aussen an den vier Winkeln des Rechtecks scharf umbiegenden Linien immer abgerundeter und kreisartiger; im Zentrum selbst schloss die Figur mit einer Spirale.

Der Tastballen der Kleinfingerseite zeigte nichts Aussergewöhnliches. — Rechts bildete der Tastballen 3. Ordnung der Daumenseite einen schräg von aussen nach innen verlaufenden sehr gestreckten Sinus, der mit seinem geschlossenen Ende nach innen gerichtet war. Der ulnare Tastballen, von derselben Gestalt, lag umgekehrt mit seinem geschlossenen Ende nach aussen.

Der zweite Herr bot ebenfalls die vorher beschriebene ungleichmässig gebaute Spiralenform an dem Tastballen 1. Ordnung des zweiten Fingers der linken Hand.

Am fünften Finger fand sich bei ihm in der Mitte eines Sinus obliquus ein deutlicher Vortex duplicatus. An den übrigen Fingern waren reine Formen vorhanden: an dem Daumen die Spirale, am dritten Finger ein Sinus obliquus, am vierten ein Vortex duplicatus.

Rechts war am zweiten Finger eine regelmässige Spirale vorhanden. Der Vortex duplicatus in der Mitte eines Sinus obliquus fand sich am vierten Finger, am fünften Finger war der Vortex duplicatus, am dritten der Sinus obliquus, am zweiten Finger und Daumen die Spirale in reiner Form ausgeprägt.

Von den Tastballen 2. Ordnung der linken Hand war der mittlere eine Spindel, mit unten nicht ganz geschlossenen Linien; der radiale wurde durch eine unvollkommene Spindel, der ulnare durch einen schönen Sinus gebildet.

Rechts waren die Tastballen 2. Ordnung dieselben.

Der Kleinfingerballen der linken Hand zeigte zwei Sinus, deren Längsachsen transversal lagen; der proximale war innen, der distale aussen ge-

schlossen. Man könnte diese Bildung auch als einen weit in die Quere gezogenen Vortex duplicatus auffassen.

Die Daumenseite und die Tastballen 3. Ordnung der rechten Hand waren ohne Besonderheiten.

Der dritte Armenier hatte ausser einem radialwärts offenen Sinus obliquus am zweiten Finger der rechten Hand nichts Besonderes; am dritten Finger war ein gewöhnlicher ulnarwärts offener Sinus, am Daumen, vierten und fünften Finger die Spirale vorhanden.

Links war ausser einem Sinus obliquus am dritten Finger an allen übrigen Tastballen 1. Ordnung der Vortex duplicatus zu finden.

Die Tastballen 2. Ordnung zwischen dem vierten und fünften, sowie zwischen dem dritten und vierten Finger waren rechts schön ausgeprägte vorn offene Sinus; der zwischen zweitem und drittem Finger gelegene hatte die Linien einer unvollkommenen Spindel.

Links war an den Tastballen 2. Ordnung die Neigung der Linien, hinten zusammenzutreten, nur sehr gering; nur an dem mittleren vereinigten sie sich, an den zwei äusseren bildeten dieselben die unvollkommene Spindel.

Australier.

Bei meiner kleinen Berliner Expedition traf es sich, dass die drei durch verschiedene Illustrationen in grösseren Journalen jetzt schon in weiteren Kreisen bekannten Australneger noch in dem bekannten Castanschen Panoptikum zugegen waren. Wenn die Angabe ihrer Nationalität richtig ist, was sich nach den Worten des Herrn Prof. Bastian, Direktor des ethnographischen Museums in Berlin, nicht bezweifeln lässt, so sind sie aus Queensland, dem östlichsten Teile Australiens gebürtig und entschieden als charakteristische Typen aufzufassen. Der älteste 23jährige gehörte zu dem Stamme der Turábara, welcher etwa zehn Tagereisen südlich von Rockhampton wohnt, der zweite, 19jährige, zu dem der Parámbara auf Frasers Island, das sie begleitende 15jährige Mädchen zu dem der Yonnóbara, welcher von dem Stamme des älteren Mannes nur eine Tagereise entfernt wohnt.

Sie erweckten, wenn man sie nicht gerade zuerst auf der Bühne sah (wo sie in ihren obligaten Schaustellungen schrecklich klingende Laute ausstiessen, die Gesang sein sollten) einen entschieden günstigen Eindruck nnd sahen zugleich viel harmloser aus, als man etwa hätte annehmen können. Ich habe sie mir während mehrerer Tage ganz genau und in Musse besichtigt und glaube fast, dass man in Deutschland (abgesehen natürlich von der Farbe) ganz denselben Gesichtern begegnen kann. Worauf es mir ankam, die Untersuchung der Tastflächen von Hand und Fuss ergab nichts, was eine Zwischenstufe zwischen den Tastballen der Affen- und Menschenhand dargestellt hätte. Nicht einmal die Tastballen 3. Ordnung waren irgendwie ausgezeichnet. Doch musste es auffallend erscheinen, dass sowohl bei dem einen als bei dem andern

männlichen Individuum dieselbe Form der Tastballen 1. Ordnung vorhanden war; es war dies die Spirale, die bei dem älteren nur etwas gestreckter als bei dem jüngeren verlief.

Von den Tastballen 2. Ordnung stellte bei dem 19jährigen Mann der zwischen dem dritten und vierten Finger gelegene einen hinten geschlossenen schönen Sinus vor; die beiden äusseren waren unvollkommene Spindeln. Die Bögen der zwischen dem vierten und fünften Finger gelegenen gingen in die ulnaren Linien des Tastballens zwischen dem zweiten und dritten Finger, sowie auch in die radialen des zunächstliegenden mittleren Tastballens direkt über.

Der Tastballen 3. Ordnung auf der Kleinfingerseite zeigte schön transversal verlaufende Linien, die beinahe in einer geraden Linie, wie in einer Naht sich mit den longitudinalen der Vola manus vereinigten, ein Verhältnis, welches auch bei Europäern häufig vorkommt. Der Daumenballen hatte nur vorn die gewöhnlichen der Oppositionsfurche parallelen Linien; zwischen mittlerem und hinterem Drittel bogen dieselben in einer scharf abgesetzten Linie, die von innen-vorn nach hinten-aussen verlief, im Winkel radialwärts ab.

Die Tastballen 2. Ordnung hatten im wesentlichen bei dem 23jährigen dieselbe Form wie bei dem jüngeren Individuum; nur war die mittlere Spindel hier etwas länger.

Die Tastballen der Daumen- und Kleinfingerseite waren ohne Besonderheiten. —

Das 15jährige Mädchen, etwas unruhiger, ja ungeduldiger Art, eignete sich nicht zu einer ruhigen Betrachtung; ich musste zufrieden sein, bei ihr die vollständige Abwesenheit irgendwie auffallender Verhältnisse, dies aber bestimmt gesehen zu haben.

Afrikaner.

Die sich mir zuerst darbietenden Personen waren grossvater- oder grossmütterlicherseits von englischer Abstammung. Es war ein junger Mann und eine Dame, beide aus Freetown in der bekannten Colonie Sierra Leone.

Der Mann, von ziemlich dunkler Hautfarbe und auch sonstigem unverkennbarem Negertypus, zeigte folgende Verhältnisse: An den Tastballen 1. Ordnung am Daumen die Spirale, am Zeigefinger den Vortex duplicatus, an den übrigen Fingern den Sinus obliquus, der nach der Ulnarseite zu offen war.

Von den Tastballen 2. Ordnung bildeten der zwischen dem dritten und vierten, wie der zwischen dem vierten und fünften Finger gelegene je einen Sinus, dessen mittlere Schleifen etwa $^{3}/_{4}$ Zmtr. lang waren, und unten sehr scharf umbogen. Die zwischen den zwei Schleifen befindlichen Linien der zwei Tastballenbezirke verliefen so, dass sie sowohl dem einen als dem andern von beiden zugezählt werden konnten. Es war also ein Linien-Conflux der Ballen an ihren einander zugewendeten Seiten vorhanden. Mit dem Tastballen zwischen dem zweiten und dritten Finger, der die Form einer unvollkommenen Spindel zeigte, gingen sie keine Vereinigung ein. Letzterer stand durch Ausläufer, die hinter dem mittleren Tastballen angelangt transversal

verliefen, mit den gewöhnlichen transversalen Linien des distalen Teils der Kleinfingerseite der Hand in direkter Verbindung.

Die Tastballen 3. Ordnung liessen durchaus keine Abnormitäten erkennen.

Die Dame, deren Beschreibung ich ursprünglich durch die eben vorangegangene ersetzt hielt und welche ich deshalb in dieser Darstellung unberücksichtigt lassen wollte, gewann für mich an Wert, nachdem ich auch ihre zwei erwachsenen Kinder, einen Knaben und ein Mädchen, der Untersuchung unterworfen hatte, da diese wiederum besondere Verhältnisse zeigten. Die Dame war, wie schon erwähnt, grossmütterlicherseits von englischem Blute und erinnerte in ihrem allgemeinen Habitus nur wenig an den andern Teil ihrer Abstammung.

Die Tastballen 1. Ordnung zeigten links mit Ausnahme des mit einer Stria obliqua versehenen dritten Fingers sämtlich die Formen eines gewöhnlichen Sinus obliquus.

Rechts war derselbe nur am Daumen, dem vierten und fünften Finger zu finden; der dritte hatte wiederum die Stria obliqua, der zweite schöne Flexurae transversae.

Die Tastballen 2. Ordnung waren beiderseits dadurch ausgezeichnet, dass dieselben ziemlich gleiche Breitenausdehnung besassen, während gewöhnlich der mittlere von den beiden seitlichen etwa um das Doppelte in dieser Richtung übertroffen wird. Die Form derselben war links und rechts zwischen dem zweiten und dritten, sowie zwischen dem dritten und vierten Finger eine unvollkommene Spindel, zwischen dem vierten und fünften aber ein Sinus mit umgebenden schönen Bögen.

Die Tastballen 3. Ordnung waren beiderseits ohne Besonderheiten.

Der Knabe sowie das Mädchen hatten an sämtlichen Tastballen 1. Ordnung einen ulnarwärts offenen Sinus obliquus und zwar auf beiden Seiten in ganz gleicher Weise.

Die Tastballen 2. Ordnung waren bei dem Mädchen rechts dieselben wie bei ihrer Mutter. Links war der mittlere und ulnare Tastballen in einen einzigen grossen verschmolzen. Die Linien verliefen konzentrisch um einen Mittelpunkt, der etwa in der Höhe des Metakarpalgelenks des vierten Fingers lag.

Die Tastballen 3. Ordnung waren ohne Besonderheiten.

Während die Tastballen 2. Ordnung bei dem Knaben mit denen der Mutter auf beiden Seiten ziemlich übereinstimmten, zeichneten sich diejenigen 3. Ordnung durch eine besondere Bildung aus, wie sie in ähnlicher Weise schon oben einmal beschrieben wurde. Man sah auf der Daumenseite einen schönen am freien Rande offenen, am entgegengesetzten geschlossenen, durch Bogen umgebenen Sinus genau an der Stelle, wo sich bei den meisten Affen der Daumentastballen befindet; dieser war proximalwärts ziemlich scharf gegen den eigentlichen Daumenballen abgesetzt, dessen innerer, der Vola zugekehrter Teil der Oppositionslinie parallele, dessen äusserer Teil aber beinahe genau transversal verlaufende Linien aufwies. Beide Richtungen stiessen vorn scharf in einem rechten Winkel aneinander, hinten war der Übergang bogenförmiger.

Links war der Sinus an jener Stelle weniger deutlich ausgeprägt; dafür kam demselben von hinten her eine lange Tastwarzenbucht mit gleicher Axenrichtung entgegen. Die übrigen Linien des Daumenballens selbst verliefen nicht wie rechts, sondern in der gewöhnlichen Weise.

Ich hatte sodann Gelegenheit, einen jungen Menschen zu untersuchen, der den Typus eines echten afrikanischen Negers darbot. Er behauptete auch selbst von dort zu stammen, doch wusste er nichts Genaueres, keine Stadt, nicht einmal ein Gebiet anzugeben.

Die Endglieder des vierten und fünften Fingers zeigten an ihren Tastballen die Form der Spirale, die des zweiten und dritten den gewöhnlichen Sinus obliquus mit ulnarer Öffnung.

Von den Tastballen 2. Ordnung waren die zwischen dem zweiten und dritten, sowie dritten und vierten Finger gelegenen als unvollkommene Spindeln einander ähnlich; nur war der erstere, wie gewöhnlich, etwa noch einmal so breit als der letztere. Der Tastballen zwischen dem vierten und fünften Finger war ein Sinus mit vielen umgebenden Bogenlinien, deren äusserste in die Linien des zunächstliegenden Tastballens zwischen dem dritten und vierten Finger übergingen.

Der ulnare Tastballen 3. Ordnung zeigte transversale Linien, derjenige des Thenar die gewöhnliche Form.

Dieses eben besprochene Individuum möge den Übergang bilden zu zwei andern, von denen es sicher verbürgt ist, dass sie aus dem Congogebiete stammen. Ihr ganzer Habitus entsprach dem auch auf das vollkommenste.

Bei dem einen derselben boten die Endphalangen der Finger eigentümliche Verhältnisse dar, welche jenen des einen, oben besprochenen Chinesen ähnelten. In der Mitte der Systeme befanden sich sehr gestreckt verlaufende, unter sich durch mannigfache Anastomosen verbundene Ovale, wodurch besonders bei Lupenvergrösserung ein zusammengesetzteres Bild erkennbar wurde. Nach aussen zu folgten verbreiterte Ellipsen.

Der Tastballen des Mittelfingers stellte hingegen die Form einer reinen Spirale dar.

Von den Tastballen 2. Ordnung war der zwischen dem vierten und fünften, wie der zwischen dem dritten und vierten Finger gelegene je ein Sinus, der nach der Peripherie zu sich durch Bögen abrundete und einen Conflux derselben an den sich zugekehrten Seiten darbot. Es entstand so das Bild einer transversal liegenden 8.

Der Ballen zwischen dem zweiten und dritten Finger hatte die gewöhnliche Form der unvollkommenen Spindel; dieselbe strahlte in die transversalen Linien des vorderen Teils des Kleinfingerballens aus.

Die Tastballen 3. Ordnung zeigten keine Besonderheiten.

Das andre Individuum vom Congo war in Einigem verschieden, vorzüglich in den Tastballen 1. Ordnung.

Der Tastballen des Endgliedes vom Daumen war eine Spirale, der des

zweiten und vierten Fingers ein Übergang von der Spirale zum Vortex duplicatus, der des Mittelfingers ein Sinus obliquus. Der des fünften Fingers liess sich, da die Linien durch eine Hautverletzung verwischt waren, nicht genau erkennen.

Von den Tastballen 2. Ordnung waren die zwischen dem zweiten und dritten, wie zwischen dem dritten und vierten Finger gelegenen unvollkommene Spindeln, der zwischen dem vierten und fünften Finger befindliche aber ein Sinus mit umgebenden schönen Bogenlinien. Die äussersten ulnaren derselben beteiligten sich an der Bildung des mittleren Tastballens.

Der Tastballen 3. Ordnung der Kleinfingerseite hatte schöne transversal verlaufende Linienzüge; die Linien des Daumenballens liefen wie gewöhnlich der Linea oppositionis pollicis parallel.

Endlich sei noch kurz der Befund bei einem jungen Mann von den Inseln des grünen Vorgebirges beschrieben, der auch nicht uninteressant war.

An den Tastballen 1. Ordnung des rechten Zeigefingers, sowie des dritten und vierten Fingers links befand sich bei ihm wieder eine Bildung, die der des einen Chinesen und der des vorhin besprochenen Congonegers ungemein ähnlich war; d. h. es verliefen in der Mitte des Systems längsstehende Ovale die unter sich mannigfach anastomosierten. Die übrigen Tastballen 1. Ordnung waren ohne Besonderheiten. Rechts hatte der dritte und fünfte Finger einen Sinus obliquus, der vierte Finger eine gewöhnliche Ellipse; links bot der am zweiten und fünften Finger einen Sinus obliquus. Die Endphalangen beider Daumen wiesen einen schönen grossen Vortex duplicatus auf.

Die Tastballen 2. und 3. Ordnung waren sich rechts und links vollständig gleich. Der zwischen zweitem und drittem und der zwischen drittem und viertem Finger gelegene stellten je eine unvollkommene Spindel dar. Der zwischen viertem und fünftem Finger war ein keulenförmiger Sinus. Beide letzteren hingen an ihren sich anschauenden Seiten durch einen Linienconflux miteinander zusammen.

Die Tastballen 3. Ordnung waren ohne auffallende Merkmale.

Amerikaner.

Selbstverständlich kommen als solche hier nur die farbigen Eingebornen in betracht. Leider konnten bisher trotz mehrfacher Bemühungen Rothäute nicht untersucht werden. Dafür bot aber ein Herr von der Insel St. Thomas in Westindien, der sich in Leipzig studienhalber aufhielt und so freundlich war, sich mir zu wiederholten Malen zur Verfügung zu stellen, wichtige Befunde. Sein Grossvater war ein Däne gewesen, die Grossmutter eine Eingeborne; die Eltern selbst sind bereits farbig gewesen. Dieser junge Mann zeigte an den meisten Endphalangen beider Hände vollständig den Typus, der an den Endphalangen der Affenhand die Regel bildet. In Figur 43 ist die Fingerbeere des Zeigefingers der linken Hand des Beispiels wegen mit dem Prisma vergrössert wiedergegeben. Man bemerkt, dass sich in der Mitte gerade Linien finden, die nach aussen von elliptischen Kurven umgeben werden.

Die Tastballen des dritten und fünften Fingers näherten sich bereits einem recht lang gestreckten Vortex duplicatus, wie wir ihn ebenfalls bei verschiedenen Affen sahen, wenn jener erstere Typus weniger rein ausgeprägt war.

Rechts war die in der Figur gegebene Form am Daumen, am zweiten und am vierten Finger sehr schön ausgeprägt, der dritte zeigte den gleichen, langen Vortex duplicatus; der fünfte einen gewöhnlichen Sinus obliquus.

In eigentümlichem Gegensatz hierzu boten die Tastballen 2. Ordnung gar nichts Besonderes dar. Sie hatten rechts und links die gleiche Form: Zwischen dem zweiten und dritten Finger war es eine sehr breite unvollkommene Spindel, eine schmale unvollkommene Spindel zwischen dem dritten und vierten Finger, zwischen dem vierten und fünften ein Sinus mit schönen Bögen.

An den Linien der Hand selbst war wieder Einiges zu bemerken. Das Dreieck, welches auf unsrer Figur 29 zwischen die Ballen des Daumens und Kleinfingers hinten eingeschoben ist, war hier nicht an der gewohnten Stelle zu sehen. Die Linien, die vom Daumen herkamen, gingen allmählich dort in die transversalen der Kleinfingerseite über. Das Dreieck selbst war weiter distalwärts verschoben und fand sich etwa 2 Zmtr. von seinem gewöhnlichen Platze entfernt. Der Kleinfingerballen bekam hierdurch natürlich eine besondere Form.

Ein gleiches Verhältnis zeigte auch die Hand der andern Extremität.

Die Daumenballen waren beiderseits ohne Besonderheiten.

Ausser diesen bis jetzt beschriebenen Personen habe ich noch fünf andre Schwarze, die sich an verschiedenen Orten mir darboten, genau untersucht. Sie stammten alle aus Nordamerika und waren Angehörige der Classe, die man gemeinhin daselbst als Negros bezeichnet.

An den Tastballen 1. Ordnung war der Sinus obliquus vorherrschend, ausserdem kamen noch die Stria obliqua mit ulnarer oder radialer Öffnung, die Flexurae transversae und der Vortex duplicatus vor. Die übrigen Typen fehlten.

Die Tastballen 2. Ordnung waren, ausgenommen den radialen, der immer eine unvollkommene Spindel darstellte, Sinusformen verschiedenster Art, teils nur ganz beschränkten Raum einnehmend, teils länger und durch Bögen nach der Vola manus zu schön abgerundet.

Von den Tastballen 3. Ordnung genüge es, einen Daumenballen zu erwähnen, der eine ungemein zierliche Doppelbildung darbot, wie sie bereits von dem Knaben aus Sierra Leone beschrieben wurde. Es war dies also ein Sinus, dem eine lange Tastwarzenbucht von hintenher entgegenkam. Beide verliefen in schräger Richtung.

Ziehen wir nun aus diesen anthropologischen Befunden einen Schluss, so ergibt sich, dass die anfänglich gehegte Erwartung, es möchten bei der Ausdehnung der Untersuchung auf verschiedene Rassen sich Unterschiede in den anatomischen Verhältnissen der Tastballen herausstellen, eine gerechtfertigte war. Der früher am Menschen unbekannte Längsreihentypus der Leisten der Endphalangen, bisher als ausschliessliches Eigentum der Affenhand betrachtet, findet sich auch bei dem Menschen vor. Hierbei verdient hervorgehoben zu werden, dass gerade die bevorzugtesten Tastballen, diejenigen 1. Ordnung einen solchen morphologischen Übergang erkennen lassen. Wohl erscheint der Längsreihentypus am Menschen einstweilen noch als ein ausnahmsweiser. Allein er ist vorhanden und kann es keinem Zweifel unterliegen, dass er bei darauf gerichteter Aufmerksamkeit in dieser oder jener Völkergruppe häufiger gefunden werden wird. Denn selbst bei dem so geringen Material, welches mir zur Verfügung stand, haben wir diesen Typus bei drei verschiedenen Rassen in mehr oder weniger grosser Deutlichkeit wiederkehren sehen. Den neun oben erwähnten PURKINJEschen Typen ist also dieser zehnte, welcher Längsreihen- oder Simiadentypus genannt werden kann, hinzuzufügen. Es wird eine dankbare Aufgabe besonders der Forschungsreisenden sein, die Verbreitung dieses Typus im Menschengeschlechte nach und nach genauer festzustellen.

Figurenerklärung.

Fig. 1—8. Schnitte durch die Haut einer Larve von triton taeniatus. 300/1. h Hornschicht. k Keimschicht. L Leydigsche Zellen. b Teil der Lederhaut. Die Zellengrenzen sind mit Absicht grösstenteils nicht eingezeichnet. In sämtlichen Figuren liegen Kernteilungsstadien einzelner Zellen vor; bezüglich der Beurteilung der Teilungsebene des Kernes ist zu bemerken, dass Fig. 1—4, 7—8, Längsschnitten durch die Schwanzgegend und die Extremitäten angehören, während die Fig. 5 und 6 Querschnitten durch den Rumpf entnommen sind. Die Kernteilungsebenen sind hiernach wesentlich nach den drei Richtungen des Raumes orientiert und deuten zugleich auf die Ausdehnungsrichtungen der wachsenden Epidermis hin. Die Figuren 1—3 bezeichnen das vor sich gehende Längenwachstum, Fig. 5 und 6 das Breitenwachstum, Fig. 7 und 8, teilweise auch Fig. 3 das Dickenwachstum der Epidermis.

Fig. 9 und 10. Mit dem Prisma aufgenommenes Oberflächenbild eines kleinen Bezirkes der Zeigefingerbeere des Neugeborenen und Erwachsenen.

g Hautgyrus. f Sulcus interpapillaris (Huschke). s Porus sudoriferus. 32/1.

Fig. 11. Schema zur Versinnlichung der Bedingungen der ersten Drüsenanlagen der Epidermis.

Fig. 12. Teil des freigelegten Papillarkörpers der Fingerbeere des Erwachsenen. Die Epidermis ist durch Maceration und Abbrühen abgelöst. s i Sulcus interpapillaris. s s Sulcus sudoriferus seu canalisatus. (Nach einem Photogramm.)

Fig. 13. Durch Maceration abgelöste Epidermis der Fersenhaut eines Erwachsenen. f die dem Sulcus interpapillaris entsprechende Epithelleiste. (Nur der mittlere punktierte Strich zeigt genau auf diese Stelle hin.) Die Ductus sudoriferi sind bei der Ablösung abgerissen. Bemerkenswert erscheint, dass auch die Epithelleiste des Sulcus sudoriferus papilläre Vertiefungen besitzt, die bei der Hand fehlen. (Nach einem Photogramm.)

Fig. 14. a Längsschnitt durch eine Nervenpapille der menschlichen, b ein solcher von der Affenhand (Macacus). — Als äusserste Schicht beider Tastkörperchen bemerkt man eine dünne endotheliale Hülle.

Fig. 15 und 16. Querschnitte durch eine volare Gelenkfurche der Fingerhaut eines sechsjährigen Knaben mit der betreffenden Papillenanordnung. c Stratum corneum. g Stratum germinativum. c p Corpus papillare. 32/1.

Fig. 17a. Grenzlinie eines Teils des Papillarkörpers der Fingerbeere eines sechsjährigen Knaben aus einem Querschnitt durch die Hautleisten. 28/1.

Fig. 17b. dieselbe Grenzlinie aus einem Längsschnitt durch eine Papillenreihe. 28/1.

Fig. 18. Grenzlinie des Papillarkörpers des Daumens nach Kölliker. s i Sulcus interpapillaris. s s Sulcus sudoriferus seu canalisatus. 20/1.

Fig. 19. Epidermis eines Medianschnittes durch die Fingerbeere eines vier bis fünfmonatlichen menschlichen Fötus. c Stratum corneum. g Stratum germinativum. d Drüsenausführungsgang. x y beginnende Papillenbildung. 90/1.

Fig. 20. Von einem Querschnitt durch die Leisten der Fingerbeere eines sechsjährigen Knaben. g Stratum germinativum. x y Die den ebenso bezeichneten Stellen in Fig. 19 entsprechenden Papillen. s s Sulcus sudoriferus. s i Sulcus interpapillaris. f Die aufsteigenden fibrösen Bündel der Papillen, welche regelmässig so angeordnet sind, dass sie einen Sulcus interpapillaris umfassen. Vergrösserung die gleiche wie bei Fig. 19 und darum zur Beurteilung der Wachstumsverhältnisse geeignet.

Fig. 21. Schema der Leisten- und Papillenanordnung des Nagelbettes, teilweise nach H. Hebra zur Erläuterung der für die Entstehung des Nagelbettes erkennbaren Momente. a grosse Leisten des Nagelbettes. b kleine Leisten. c papillenhaltige Leisten. d und x freie Papillen.

Fig. 22 a und b. Seitenansicht der Köpfe zweier Vogelembryonen aus vorgerückten Entwickelungsstadien zur Zeit der Federanlagen (nach Engel).

22a Erste Anlage der Federfluren in Form von Querwülsten.

22b Gliederung der Federfluren durch überkreuzende Längsfurchen in dem unmittelbar sich anschliessenden Entwickelungsstadium.

Fig. 23. Schema der Entstehung von ununterbrochenen Hohlleisten der Epidermis (1—6), sowie der Papillengliederung der Leisten (1, 1'). Die Pfeile deuten die einander kreuzenden Druckrichtungen an. Die Figur beabsichtigt von den erwähnten Leisten und Papillen eine räumliche Vorstellung zu geben.

Fig. 24. Von einem Längsschnitt durch die Fingerbeere eines dreimonatlichen menschlichen Fötus. b Basalzellenlage der Epidermis. c Anlage des Corium. 250/1.

Fig. 25. Von einem Querschnitt durch die Fingerbeere eines viermonatlichen menschlichen Fötus. Beginn der Drüsenbildung. h Hornschicht. b basale Zellenlage der Keimschicht. d beginnende Drüsenbildung. c Corium. 250/1.

Fig. 26. Aus einem Längsschnitt durch die Fingerbeere eines fünfmonatlichen menschlichen Fötus nach geschehener Drüsenanlage. l primitive Leiste der Lederhaut. p sich bildende Papillen. h Hornschicht. k Keimschicht. b basale Zellenlage der letzteren. d Drüsenanlage. 250/1.

Fig. 27. Zwei kleinere Gruppen von Pacinischen Körperchen aus einem Tastballen 2. Ordnung der Hand eines einjährigen Knaben.

Fig 28. Die Tastballen der Vola manus bei Inuus ecaudatus nach Purkinje.

Fig. 29. Die Tastballen der Vola manus des Menschen nach Engel mit teilweisen Abänderungen. T_1, T_2, T_3 die Tastballen 1., 2. und 3. Ordnung. Die punktierten Linien sind zur Erläuterung der Entstehungsweise und Richtung der Hautleisten bestimmt.

Fig. 30. Die charakteristischen Partien von den Tastballen 1. Ordnung der menschlichen Hand nach Purkinje. a Flexurae transversae, b Stria centralis longitudinalis, c Stria obliqua, d Sinus obliquus, e Amygdalus, f Spirula, g Ellipsis, h Circulus, i Vortex duplicatus.

Fig. 31—35. Mehrere Tastballen der Hand von Macacus erythraeus, bei 4facher Vergrösserung mit dem Prisma aufgenommen. Fig. 31 Tastballen 1. Ordnung des Mittelfingers, Fig. 32 Tastballen 2. Ordnung der Daumenseite, Fig. 33 Tastballen 2. Ordnung zwischen drittem und viertem Finger, Fig. 34 Tastballen 2. Ordnung zwischen viertem und fünftem Finger, Fig. 35 mächtiger Tastballen 3. Ordnung.

Fig. 36. Tastballen 1. Ordnung von einem männlichen Gorilla. 4/1.

Fig. 37—39. Drei Tastballen der Hand eines weiblichen Schimpanse.

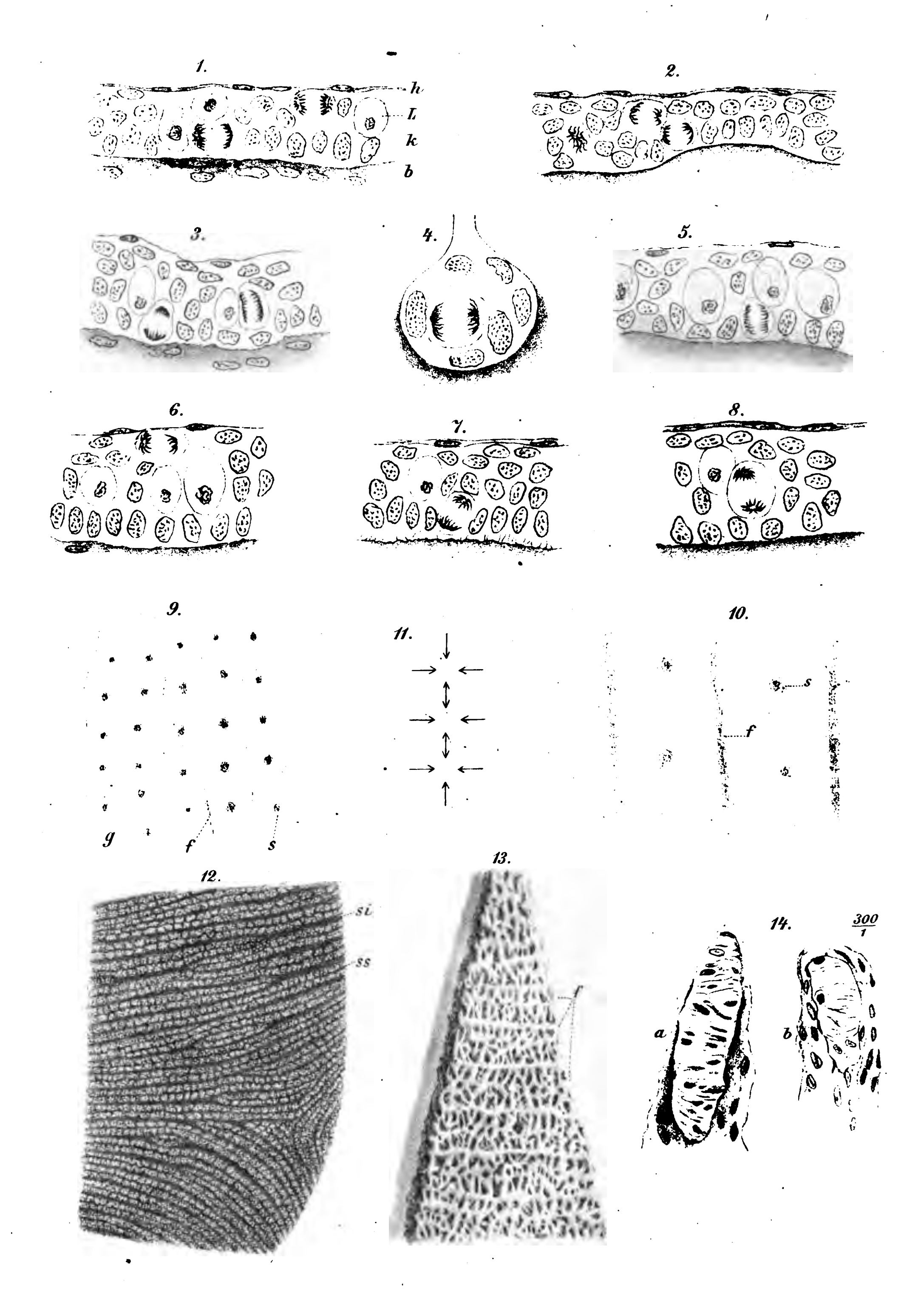
Fig. 37 Tastballen 1. Ordnung des Mittelfingers, Fig. 38 Tastballen 2. Ordnung zwischen viertem und fünftem Finger, Fig. 39 prägnantester Teil des Tastballens 3. Ordnung. 4/1.

Fig. 40—48. Tastballen von der Hand des Menschen. 4/1.

Fig. 40 Tastballen 1. Ordnung vom Daumen eines Deutschen (Vortex duplicatus), Fig. 41 Tastballen 1. Ordnung vom Zeigefinger eines Deutschen (Spirula), Fig. 42 Tastballen 1. Ordnung vom Zeigefinger eines Deutschen (Sinus obliquus), Fig. 43 Tastballen 1. Ordnung eines Westindiers (Simiadentypus), Fig. 44 Tastballen 2. Ordnung zwischen viertem und fünftem Finger eines afrikanischen Negers (keulenförmiger Sinus), Fig. 45 Tastballen 2. Ordnung zwischen drittem und viertem Finger von einem Deutschen (Spindel), Fig. 46 Tastballen 3. Ordnung der Daumenseite von einem Deutschen (Sinus), Fig. 47 Tastballen 3. Ordnung der Kleinfingerseite von einem Deutschen (Vortex duplicatus), Fig. 48 Zentrum des ulnaren Tastballens 3. Ordnung eines Ungarn (Spirula).

Berichtigungen.

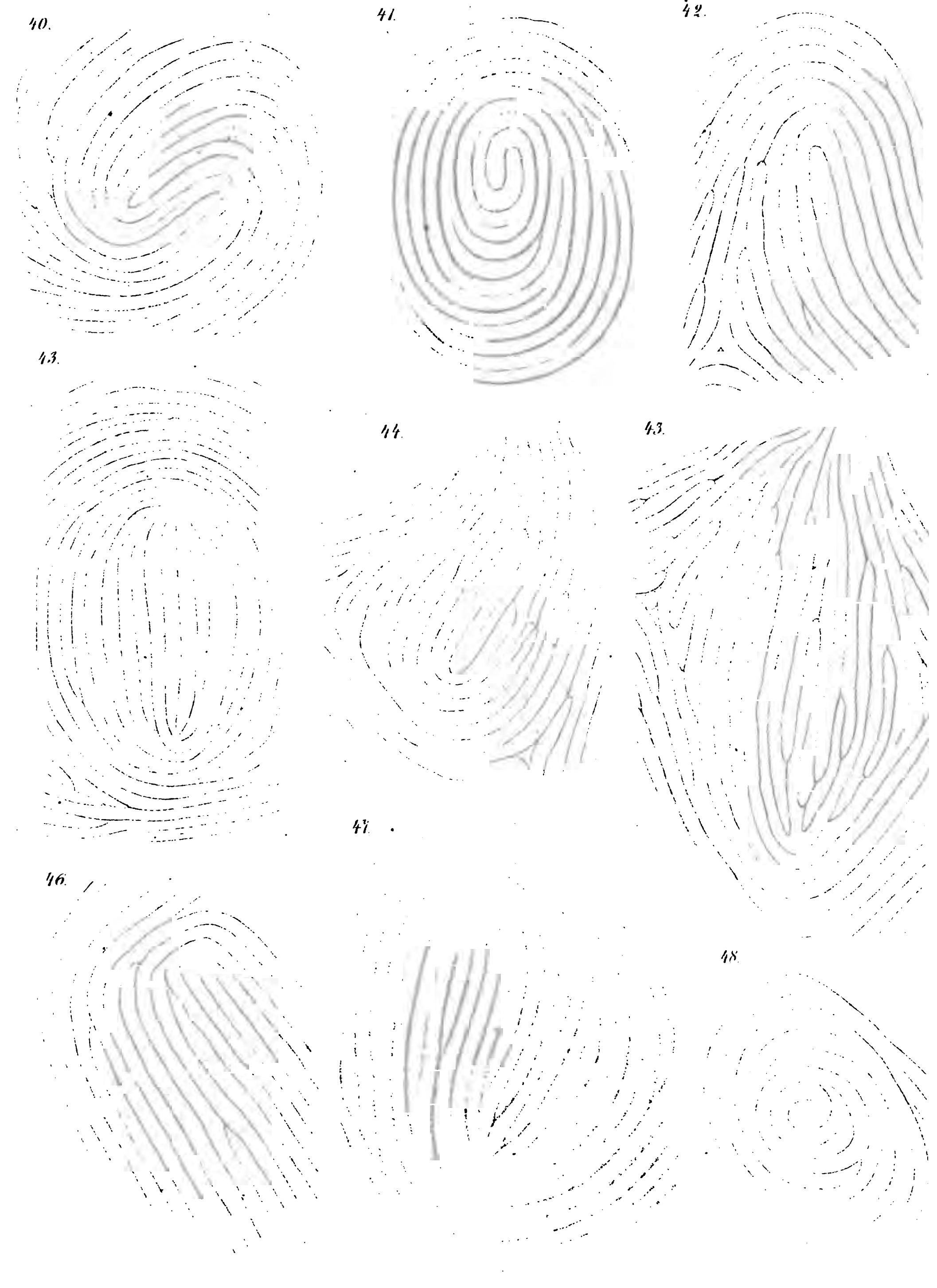
S. 8 Zeile 1 von unten ist zu lesen: Strecke.
„ 19 „ 1 „ „ „ „ „ organi.
„ 22 „ 13 von oben „ „ „ herabziehen statt herab.
„ 24 „ 19 „ „ „ „ „ verkennt statt erkennt.
„ 26 „ 10 „ „ „ „ „ (g) statt (r).
„ 27 „ 1 von unten „ „ „ verlaufende.
„ 29 „ 9 „ „ „ „ „ dazu gestellte.
„ 30 „ 6 „ „ „ „ „ 48—52 Schweissdrüsenanlagen.
„ 30 „ 5 „ „ „ „ „ 50—52 Schweissdrüsen.
„ 31 „ 9 von oben „ „ „ äusserst.
„ 38 „ 14 von unten „ „ „ laufende.
„ 43 „ 11 „ „ „ „ „ bedeutendem.
„ 46 „ 20 „ „ „ „ „ seien.
„ 59 „ 7 „ „ „ „ „ am Thenar.
„ 61 „ 21 von oben fällt „unten“ aus.



A.Rauber del.




28.
29.
T III
T II
T I
30
a
b
c
d
e
f
g
h
i
31.
32.
34.
35
36.
38.
39.


40.
41.
42.
43.
44.
43.
46.
47.
48.

